

ISSN 1995-4441



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

**№ 2 2016**

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

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

Научный рецензируемый журнал  
Издается ежеквартально с 2007 г.

№ 2,  
2016 г.

**Учредитель**

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

Центр сотрудничает со Всемирной  
организацией здравоохранения (ВОЗ)  
World Health Organization Collaborating  
Center

**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.

**Индекс для подписки**

в агентстве «Роспечать» **80641**

Рефераты статей представлены на сайтах  
Научной электронной библиотеки <http://www.elibrary.ru> и ФГБУ ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова МЧС России <http://www.arcerm.spb.ru>

Компьютерная верстка С. И. Рожкова,  
В.И. Евдокимов  
Корректор Л.Н. Агапова  
Перевод Н.А. Мухина

Отпечатано в РИЦ Санкт-Петербургского  
университета ГПС МЧС России. 198107,  
Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149.  
Подписано в печать 20.05.2016 г. Формат  
60x90 1/8. Усл. печ. л. 15,5. Тираж 1000 экз.

**ISSN 1995-4441**

**Главный редактор**

С.С. Алексанин (д-р мед. наук проф.)

**Редакционная коллегия:**

В.Ю. Рыбников (д-р мед. наук, д-р психол. наук проф., зам. гл. редактора), В.И. Евдокимов (д-р мед. наук проф., науч. редактор), Е.В. Змановская (д-р психол. наук), Н.Н. Зыбина (д-р биол. наук проф.), Н.М. Калинина (д-р мед. наук проф.), Н.А. Мухина (канд. мед. наук доц.), В.Н. Хирманов (д-р мед. наук проф.), П.Д. Шабанов (д-р мед. наук проф.), И.И. Шантырь (д-р мед. наук проф.)

**Редакционный совет:**

А.В. Аклеев (д-р мед. наук проф., Челябинск), В.С. Артамонов (д-р техн. наук, д-р воен. наук проф., Москва), С.Ф. Гончаров (д-р мед. наук проф., акад. РАН, Санкт-Петербург), Р.М. Грановская (д-р психол. наук проф., Санкт-Петербург), В.П. Дейкало (д-р мед. наук проф., Витебск, Беларусь), П.Н. Ермаков (д-р биол. наук проф., акад. РАО, Ростов-на-Дону), Л.А. Ильин (д-р мед. наук проф., акад. РАН, Москва), Т.А. Марченко (д-р мед. наук проф., Москва), В.И. Попов (д-р мед. наук проф., Воронеж), М.М. Решетников (д-р психол. наук проф., Санкт-Петербург), А.В. Рожко (д-р мед. наук, Гомель, Беларусь), И.Б. Ушаков (д-р мед. наук проф., акад. РАН, Москва), Н.С. Хрусталева (д-р психол. наук проф., Санкт-Петербург), В.А. Черешнев (д-р мед. наук проф., акад. РАН, Москва), Ю.С. Шойгу (канд. психол. наук доц., Москва), E. Bernini-Carri (проф., г. Модена, Италия), R. Hetzer (д-р медицины проф., г. Берлин, Германия), Tareg Bey (д-р медицины проф., г. Ориндж, Калифорния, США)

**Адрес редакции:**

194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 4/2,  
ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова, редакция журнала, тел.: (812)  
541-85-65, факс: (812) 541-88-05, <http://www.arcerm.spb.ru>  
e-mail: 9334616@mail.ru; rio@arcerm.spb.ru

© Всероссийский центр экстренной и радиационной  
медицины им. А.М. Никифорова МЧС России, 2016 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

### Медицинские проблемы

<i>Александрин С. С., Дударенко С. В., Новицкий А. А., Рыбников В. Ю.</i> Механизмы развития соматической патологии и отдаленные медицинские последствия аварии на Чернобыльской АЭС . . . . .	5
<i>Лемешкин Р. Н., Григорьев С. Г., Евдокимов В. И., Русев И. Т.</i> Медико-статистические характеристики военнослужащих, обратившихся за медицинской помощью при ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС в ближайший период . . . . .	16
<i>Сыроежкин Ф. А., Морозова М. В.</i> Слуховая реабилитация пострадавших с последствиями черепно-мозговых травм, сочетанных с травмами уха . . . . .	25
<i>Плешков А. С.</i> К вопросу об истории применения донорской кожи для лечения ран . . . . .	34
<i>Адмакин А. Л., Коваленко А. А.</i> Роль гидроколлоидных раневых покрытий в лечении ран различной этиологии в условиях военного госпиталя . . . . .	47
<i>Дёмкин А. Д., Марченко А. А., Гончаренко А. Ю.</i> Обзор системы медико-психологического сопровождения в армии США . . . . .	52
<i>Уховский Д. М., Богословский М. М., Мурзина Е. В., Крылова Т. Г.</i> Исследование эффективности четырехмерной изоляции в профилактике и лечении полярного десинхроноза . . . . .	58
<i>Мясников А. А., Кленков И. Р., Чернов В. И., Зверев Д. П.</i> Возможности компьютерной томографии для диагностики и оценки эффективности лечения баротравмы легких у водолазов . . . . .	66
<i>Советов В. И., Бардышева О. Ф., Мотасов Г. П.</i> К вопросу о лечении декомпрессионных расстройств, возникших у акванавтов в ходе декомпрессии с глубин до 300 м при использовании кислородно-азотно-гелиевой среды . . . . .	73

### Биологические проблемы

<i>Неронова Е. Г.</i> Биологическая оценка доз облучения (FISH-анализ транслокаций) у лиц, ранее проживавших в регионе Семипалатинского полигона . . . . .	77
<i>Трапезников А. В., Коржавин А. В., Трапезникова В. Н., Платаев А. П.</i> Радиоэкологическое исследование водоема-охладителя Белоярской АЭС перед вводом в эксплуатацию 4-го энергоблока БН-800 . . . . .	82
<i>Шантырь И. И., Яковлева М. В., Власенко М. А.</i> Цинк-дефицитные состояния у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС в Северо-Западном регионе России . . . . .	89
<i>Рембовский В. Р., Могиленкова Л. А.</i> Генетико-биохимические показатели естественной детоксикации в оценке риска воздействия фосфорорганических отравляющих веществ . . . . .	93

### Социально-психологические проблемы

<i>Александрин С. С., Бацков С. С., Муллина Е. В.</i> Влияние психогенно обусловленных нарушений вегетативной регуляции на формирование функциональных заболеваний желудочно-кишечного тракта у спасателей МЧС России . . . . .	104
<i>Киворкова А. Ю., Соловьев А. Г.</i> Психологическая коррекция деструктивного состояния жен военнослужащих при длительной стрессовой ситуации . . . . .	109
<i>Денисова К. С.</i> Психологические особенности женщин – сотрудников вневедомственной охраны МВД России с факторами риска нарушений психической адаптации . . . . .	116

### Науковедение. Подготовка и развитие научных исследований

<i>Простакишин Г. П.</i> Ещё раз о терминах, определениях и критериях в токсикологии . . . . .	121
--	-----

Решением Минобрнауки России от 01.12.2015 г. № 13-6518 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 группам специальностей: 05.26.00 «Безопасность деятельности человека», 14.01.00 «Клиническая медицина», 14.02.00 «Профилактическая медицина», 14.03.00 «Медико-биологические науки», 19.00.00 «Психологические науки»

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

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

Reviewed Research Journal  
Quarterly published

**No 2,  
2016**

**Founder**

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

World Health Organization Collaborating  
Center

**Journal Registration**

Russian Federal Surveillance Service for  
Compliance with the Law in Mass Commu-  
nications and Cultural Heritage Protection.  
Registration certificate  
ПИ № ФС77-27744 of 30.03.2007.

**Subscribing index**

in the «Rospechat» 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.arcerm.spb.ru>

Computer makeup S. I. Rozhkova,  
V. I. Evdokimov  
Proofreading L. N. Agapova  
Translation N. A. Muhina

Printed in the St.-Petersburg University State  
Fire-Fighting Service, EMERCOM of Russia.  
198 107, St.-Petersburg, Moskovsky pr.,  
bld. 149.  
Approved for press 20.05.2016. Format  
60x90<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Conventional sheets 15,5.  
No. of printed copies 1000.

**ISSN 1995-4441**

**The Chief Editor**

S.S. Aleksanin (Dr. Med. Sci., Prof.)

**Editorial Board:**

V.Yu. Rybnikov (Dr. Med. Sci., Dr. Psychol. Sci. Prof., as-  
sistant chief editor), V. I. Evdokimov (Dr. Med. Sci. Prof.,  
research editor), E.V. Zmanovskaya (Dr. Psychol. Sci.  
Prof.), N.N. Zybina (Dr. Biol. Sci. Prof.), N.M. Kalinina (Dr.  
Med. Sci. Prof.), N.A. Muhina (PhD Med. Sci. Associate  
Prof.), V.N. Hirmanov (Dr. Med. Sci. Prof.), P.D. Shabanov  
(Dr. Med. Sci. Prof.), I.I. Shantyr (Dr. Med. Sci. Prof.)

**Editorial Council:**

A.V. Akleev (Dr. Med. Sci. Prof., Chelyabinsk), V.S. Ar-  
tamonov (Dr. Techn. Sci., Dr. Milit. Sci. Prof., Moscow),  
S.F. Goncharov (Dr. Med. Sci. Prof., member of the Rus-  
sian Academy of Science, Moscow), R.M. Granovskaya  
(Dr. Psychol. Sci. Prof., St. Petersburg), V.P. Dekailo (Dr.  
Med. Sci. Prof., Vitebsk, Belarus), P.N. Ermakov (Dr. Biol.  
Sci. Prof., member of the Russian Academy of Education,  
Rostov-na-Donu), L.A. Il'in (Dr. Med. Sci. Prof., member  
of the Russian Academy of Sciences, Moscow), T.A. Mar-  
chenko (Dr. Med. Sci. Prof., Moscow), V.I. Popov (Dr.  
Med. Sci. Prof., Voronezh), M.M. Reshetnikov (Dr. Psy-  
chol. Sci. Prof., St. Petersburg), A.V. Rozhko (Dr. Med. Sci.  
Prof., Gomel, Belarus), I.B. Ushakov (Dr. Med. Sci. Prof.,  
member of the Russian Academy of Science, Moscow),  
N.S. Khrustaleva (Dr. Psychol. Sci. Prof., St.Petersburg),  
V.A. Chereshnev (Dr. Med. Sci. Prof., member of the Rus-  
sian Academy of Sciences, Moscow), Yu.S. Shoigu (PhD  
Psychol. Sci. Associate Prof., Moscow), E. Bernini-Carri  
(Prof., Modena, Italia), R. Hetzer (Prof., Berlin, Germany),  
Tareq Bey (Prof., Orange, California, USA)

**Address of the Editorial Office:**

St.Petersburg, 194044, ul. Academician Lebedev, bld. 4/2,  
NRCERM, EMERCOM of Russia, Editorial office, tel. (812)  
541-85-65, fax (812) 541-88-05, <http://www.arcerm.spb.ru>;  
e-mail: 9334616@mail.ru; rio@arcerm.spb.ru

© NRCERM, EMERCOM of Russia, 2016

## CONTENTS

### Medical Issues

<i>Aleksanin S. S., Dudarenko S. V., Novitskii A. A., Rybnikov V. Yu.</i> Mechanisms of somatic pathology and long-term health effects of the Chernobyl accident . . . . .	5
<i>Lemeshkin R.N., Grigoriev S.G., Evdokimov V.I., Rusev I.T.</i> Medico-statistical characteristics of the military personnel who sought medical care during mitigation of consequences of the Chernobyl NPP accident soon after the accident . . . . .	16
<i>Syroezhkin F. A., Morozova M. V.</i> Auditory rehabilitation in head-injured patients . . . . .	25
<i>Pleshkov A. S.</i> Development of allograft skin for wound coverage (Review of the literature). . . . .	34
<i>Admakin A. L., Kovalenko A. A.</i> The role of Hydrocolloid wound dressings in the treatment of wounds of various etiology in the setting of military hospital . . . . .	47
<i>Demkin A. D., Marchenko A. A., Goncharenko A. Yu.</i> Review of the system of medical and psychological support in the US Army . . . . .	52
<i>Ukhovskii D. M., Bogoslovskii M. M., Murzina E. V., Krylova T. G.</i> Investigation of effectiveness of four-dimensional isolation in preventing and treating the polar desynchronization. . . . .	58
<i>Mjasnikov A. A., Klenkov I. R., Chernov V. I., Zverev D. P.</i> Abilities of computed tomography in terms of diagnosing and estimation of pulmonary barotrauma treatment efficacy in divers. . . . .	66
<i>Sovetov V. I., Bardysheva O. F., Motasov G. P.</i> On the treatment of decompression disorders in aquanauts during decompression from depths up to 300 m when using oxygen-nitrogen-helium environment . . . . .	73

### Biological Issues

<i>Neronova E. G.</i> FISH biodosimetry in former inhabitants of Semipalatinsk region. . . . .	77
<i>Trapeznikov A. V., Korzhavin A. V., Trapeznikova V. N., Plataev A. P.</i> Radioecological research of the Beloyarskaya NPP cooling pond before the Unit No 4 BN-800 commissioning . . . . .	82
<i>Shantyr I. I., Yakovleva M. V., Vlasenko M. A.</i> Zinc deficiency in liquidators of the Chernobyl NPP accident aftermath residing in the North-West region of Russia . . . . .	89
<i>Rembovskiy V. R., Mogilenkova L. A.</i> Genetic and biochemical characteristics of natural detoxification in risk assessment of organophosphorus toxic chemicals. . . . .	93

### Social and Psychological Issues

<i>Aleksanin S. S., Batckov S. S., Mullina E. V.</i> Effects of psychogenic disorders of autonomic regulation on development of functional diseases of the gastrointestinal tract in emergency workers of EMERCOM of Russia . . . . .	104
<i>Kivorkova A. Y., Soloviev A. G.</i> Psychological correction of destructive states in military wives under prolonged stress . . . . .	109
<i>Denisova K. S.</i> Psychological characteristics of women employees of non-departmental security with risk factors for mental maladjustment. . . . .	116

### Science of Science. Organization and Conduct of Research Studies

<i>Prostakishin G. P.</i> Again about the terminology, definitions and criteria in toxicology . . . . .	121
---	-----

By decision of the Ministry of Education and Science of Russia dated December 01/12/2015 N 13-6518, the journal is included in the List of peer-reviewed scientific journals, where basic results of dissertations on degree-conferring scientific specialities: 05.26.00 "Safety of human activity"; 14.01.00 "Clinical medicine"; 14.02.00 "Preventive medicine"; 03.14.00 "Life sciences"; 19.00.00 "Psychological science" should be published.

## МЕХАНИЗМЫ РАЗВИТИЯ СОМАТИЧЕСКОЙ ПАТОЛОГИИ И ОТДАЛЕННЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А. М. Никифорова МЧС России  
(Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6)

Представлены итоги 30-летнего наблюдения за состоянием здоровья ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС. Проведен эпидемиологический анализ заболеваемости, инвалидности и смертности ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС, при этом доказана связь указанных показателей с факторами нерадиационной природы. К основным механизмам развития соматической патологии у ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС и жителей радиационно загрязненных территорий можно отнести: эмоциональное напряжение, эндокринный дисбаланс, воспаление, нарушение процессов обмена и дифференцировки, атерогенез.

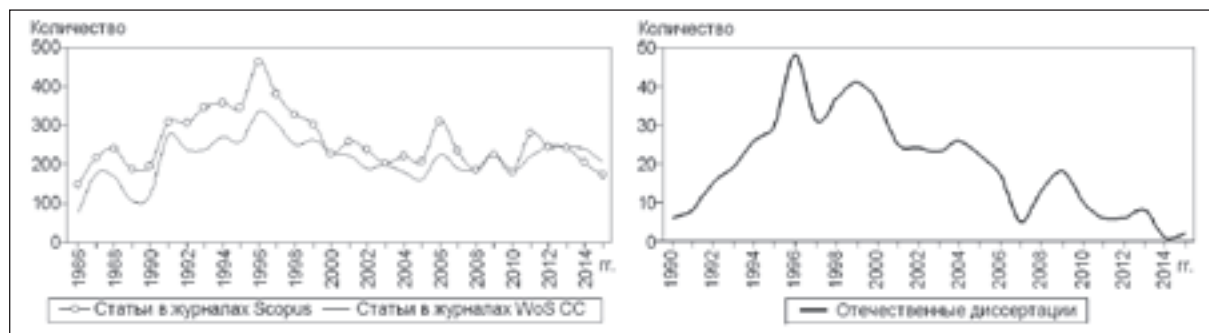
Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, Чернобыльская АЭС, радиобиология, ликвидатор последствий аварии, заболеваемость, патогенез.

30 лет прошло после крупномасштабной радиационной аварии на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС), вследствие которой радиационному воздействию в разной степени подверглись миллионы людей, огромные территории были заражены радиоактивными веществами. Наряду с экологическими, социально-экономическими и медико-социальными последствиями, вызванными радиацией, авария на ЧАЭС отразилась на соматическом и психическом здоровье населения, проживающего на радиоактивно загрязненных территориях (РЗТ), а также ликвидаторов последствий аварии (ЛПА) на ЧАЭС.

Ликвидации последствий аварии на ЧАЭС посвящены в мире тысячи публикаций. Напри-

мер, в международных реферативно-библиографических базах данных Web of Science Core Collection (WoS CC) и Scopus на 12.02.2016 г. за 1986–2015 гг. проиндексировано соответственно 6424 и 7746 научных журнальных статей (рисунок). В 1990–2015 гг. в диссертационные советы России были представлены около 670 диссертационных исследований [4]. В большинстве современных научных публикаций в сфере аварии на ЧАЭС принято писать о комплексном воздействии факторов аварии на организм человека [5].

Они привели к ухудшению состояния здоровья ЛПА. Многолетняя динамика общей заболеваемости ЛПА на ЧАЭС на протяжении изучаемого периода (с 1987 по 2015 г.) харак-



Динамика научных статей в мире и отечественных диссертаций по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС.

Алексанин Сергей Сергеевич – д-р мед. наук проф., засл. врач России, директор Всерос. центра экстрен. и радиац. медицины им. А. М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2); e-mail: medicine@arcerm.spb.ru;

Дударенко Сергей Владимирович – д-р мед. наук, зав. отд. терапии и интегративной медицины, Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А. М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2); e-mail: svd2212@mail.ru;

Новицкий Альберт Александрович – д-р мед. наук проф., Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А. М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2);

Рыбников Виктор Юрьевич – д-р мед. наук, д-р психол. наук проф., засл. деят. науки России, зам. директора по науч. и учеб. работе Всерос. центра экстрен. и радиац. медицины им. А. М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2); e-mail: medicine@arcerm.spb.ru.



теризуется постепенным повышением заболеваемости с 1991 по 1999 г. с последующим резким снижением и относительной стабилизацией в 2001–2016 гг. на несколько более высоком уровне, чем в исходных годах (1987–1991 гг.).

ЛПА на ЧАЭС – это особая категория граждан, которые совершили героический подвиг. Среди них – пожарные, ликвидировавшие пожар, возникший при аварии, что предотвратило дальнейшее развитие катастрофы. Летчики, которые в условиях высоких уровней радиации сбросили с вертолетов в шахту разрушенного реактора около 5000 т различных материалов, прекратив выбросы радионуклидов из него. Это и военнослужащие, сотрудники МВД России, работники гражданских учреждений и ведомств, которые, рискуя своим здоровьем, проводили дезактивацию АЭС, населенных пунктов на загрязненных территориях, построили укрытие над IV аварийным энергоблоком АЭС, что привело к улучшению радиационной обстановки, уменьшению облучения как персонала АЭС, так и населения, проживающего на РЗТ.

Государственная политика Российской Федерации и Союзного государства Россия–Беларусь в сфере здравоохранения направлена на снижение негативных медицинских последствий аварии на ЧАЭС для населения, пострадавшего на РЗТ, и ЛПА на ЧАЭС.

Одним из основных негативных результатов аварии на ЧАЭС стало нарушение здоровья ЛПА. Среди ликвидаторов, особенно работавших на ЧАЭС в 1986 г., отмечается повышенный уровень заболеваемости и инвалидности в связи с различной соматической патологией. При этом необходимо отметить, что негативные последствия аварии на ЧАЭС определяются не только повышенным радиационным воздействием на людей, но и избыточным стрессовым напряжением и уровнем тревоги, способствующими развитию различных психосоматических нарушений. Анализ имеющихся научных исследований и научных публикаций по проблеме воздействия на человека факторов аварии на ЧАЭС свидетельствует, что в оценке медицинских последствий аварии на ЧАЭС радиационный фактор не является определяющим. Именно поэтому среди причин, вызывающих нарушения здоровья в результате аварии на ЧАЭС, в настоящее время принято считать не только радиационный, а именно комплекс факторов аварии на ЧАЭС [1, 2, 8]:

– внешнее облучение и инкорпорацию радионуклидов, а также ряда токсических

веществ, которые попали во внешнюю среду и пищевую цепочку во время мероприятий по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС;

– многолетнее эмоциональное перенапряжение, обусловленное фактом «ожидания угрозы здоровью»;

– изменившийся уклад жизни, социальное напряжение в обществе в силу экономических и социальных причин.

Медицинские последствия радиационных аварий довольно разнообразны и сложны, их можно условно распределить на 2 группы:

– радиологические и токсико-радиологические, являющиеся результатом непосредственного воздействия ионизирующего излучения и токсических компонентов при ликвидации аварии на ЧАЭС;

– различные причины общего расстройства здоровья, обусловленные другими факторами аварии нерадиационной природы.

Сотрудники Северо-Западного филиала Национального радиационно-эпидемиологического регистра (СЗФ НРЭР), который является структурным подразделением Всероссийского центра экстренной и радиационной медицины им. А. М. Никифорова МЧС России (Санкт-Петербург), провели анализ многолетней динамики заболеваемости болезнями ведущих классов болезней у ЛПА, что позволило выявить ряд следующих особенностей [3]:

– для большинства классов болезней характерна относительная монотонность и автономность динамики заболеваемости;

– имеются колебания заболеваемости у ЛПА по отдельным нозологиям и классам в различные годы (например, синхронный стремительный рост заболеваемости сердечно-сосудистой и костно-мышечной систем в 1999 г. с резким спадом после 2000 г.), что позволяет, по опыту других подобных случаев, предположить влияние на данные процессы не этиопатогенетических, а социального фактора (например закона о льготах для ЛПА на ЧАЭС);

– структура заболеваемости у ЛПА в различных регионах постоянного проживания за один и тот же период времени в России существенно различается;

– заболеваемость по таким классам болезней, как сердечно-сосудистой, дыхательной и нервной систем, имеет прямую корреляцию с возрастом ЛПА.

Учитывая все вышеперечисленные закономерности через 30 лет после аварии на ЧАЭС, можно сделать заключение о преобладающем влиянии факторов нерадиационной

природы на показатели распространенности болезней среди ЛПА. На этом фоне популяционные исследования о влиянии радиационного фактора, выраженное слабой дозовой зависимостью уровня заболеваемости, несоизмеримы с силой влияния нерадиационных факторов. Результаты дозиметрического исследования различных категорий ЛПА показали, что у обследованных имела место инкорпорация радиоактивных веществ, прежде всего, короткоживущих гамма-излучающих радионуклидов йода, цезия и др.

При обследовании ЛПА во Всероссийском центре экстренной и радиационной медицины им. А. М. Никифорова МЧС России на высокочувствительном низкофоновом спектрометре излучений человека СИЧ-Э, проведенном более чем через 20–25 лет после аварии, не обнаружено наличия в организме радионуклидов. Выявленные у некоторых пациентов малые активности радионуклида цезия-137, не превышающие нормативных допустимых величин, объясняются использованием продуктов питания или даров леса, прежде всего грибов, собранных в районах Ленинградской области с остаточным радиоактивным загрязнением после аварии на ЧАЭС [1].

Эпидемиологический анализ интенсивности, структуры, динамики и тяжести инвалидности у ЛПА, проживающих на территории Северо-Западного региона России, за 1987–2015 гг. позволил установить определенные закономерности [2]:

- в различиях частоты, динамики и структуры тяжести заболеваний, инвалидности по территориям постоянного проживания в РФ;
- дозовой зависимости инвалидности, которая оказывает значительно более слабое действие на уровни инвалидизации ЛПА, чем влияние причинных факторов нерадиационной природы;
- структуре первичной инвалидности по причинам и тяжести спектра причин, обуславливающих этот процесс, в том числе и причин бытового уровня.

По данным СЗФ НРЭР, за 30-летний период не установлено зависимости уровня смертности от полученной дозы облучения у ЛПА на ЧАЭС, сохраняется более низкий уровень среднегодовой смертности ЛПА в Санкт-Петербурге и других промышленно-развитых регионах по сравнению с другими территориями России.

Эпидемиологическое изучение инвалидности и смертности ЛПА, проживающих в Северо-Западном регионе России, так же, как

и результаты анализа заболеваемости и распространенности заболеваний, свидетельствуют о преобладающем влиянии на все вышеуказанные статистические показатели местных причинных факторов нерадиационного генеза. Динамическое изучение состояния здоровья ЛПА позволяет сделать следующий вывод:

- существует зависимость инвалидности и смертности ЛПА от показателей заболеваемости соматическими болезнями и злокачественными новообразованиями;
- влияние на показатели общественного здоровья ЛПА причинных факторов нерадиационной природы значительно более сильное, чем полученная доза внешнего облучения за период участия в работах на ЧАЭС.

Характерной особенностью соматической патологии у ЛПА является ее коморбидность. Так, за 30 лет среднее число заболеваний на одного ЛПА на ЧАЭС увеличилось с 1,4 до 12,1. Особенностью соматической патологии данной когорты является одновременное поражение нескольких систем, что требует комплексного подхода к диагностике и лечению. Их состояние здоровья характеризуется полипатологией, длительным течением обострений хронических заболеваний, сопровождающихся снижением показателей иммунной системы организма. В структуре выявленной у ЛПА соматической патологии ведущие места занимают болезни системы кровообращения (25%), костно-мышечной системы (18%) и органов пищеварения (14%).

Стойкая утрата трудоспособности (инвалидность) установлена более чем у 50% ЛПА на ЧАЭС, т. е. каждый второй из них имеет инвалидность, среди которой преобладает II группа утраты трудоспособности. Наиболее часто в качестве причин инвалидности выступают болезни системы кровообращения (55% случаев) и болезни нервной системы (12%).

В последние годы в структуре смертности участников ЛПА на ЧАЭС растет удельный вес болезней системы кровообращения и новообразований. Динамика заболеваемости и первичной инвалидности преимущественно связана с болезнями системы кровообращения, нервной и костно-мышечной систем, органов пищеварения и дыхания. Это определяет необходимость увеличения объемов оказания им специализированной и высокотехнологичной медицинской помощи.

Отдельно необходимо отметить патологию щитовидной железы (ЩЖ). Увеличение заболеваемости раком ЩЖ, по мнению большин-



ства исследователей, связано с внутренним облучением вследствие избирательного накопления ею радиоактивного йода. Эти процессы особенно активны в случае инкорпорации изотопов йода в районах, эндемичных по зобу и дефициту йода в воде и пищевых продуктах. Именно территории Брянской, Калужской, Смоленской и других регионов России, а также территория юго-востока Белоруссии отвечают указанным условиям, и патология щитовидной железы до 1986 г. на указанных территориях регистрировалась более часто, чем в других регионах.

Заболевания ЩЖ у ЛПА на ЧАЭС можно охарактеризовать синдромом увеличения ЩЖ (узловое или диффузное) и синдромом нарушения ее функции (гипертиреоз или гипотиреоз). У ЛПА на ЧАЭС, выполнявших работы в 30-километровой зоне с апреля 1986 г. по ноябрь 1987 г., гипертиреоидные состояния были выявлены в 20,2% случаев, а гипотиреоз – в 13,9%. Среди лиц, принимавших участие в ликвидации последствий аварии в 1988–1990 гг., гипертиреоз выявлялся у 14,9% обследованных, гипотиреоз – у 5,6%. Доля лиц с выявленной инкорпорацией йода в ЩЖ среди пребывавших в 30-километровой зоне в мае 1986 г. составила 55,7%. Облучение ЩЖ сопровождалось первичной острой, затем хронической воспалительной реакцией. Известно, что радиационный мутагенез, канцерогенез и старение являются главными отдаленными последствиями воздействия ионизирующих излучений, они способны запускать аутоиммунные процессы у облученных лиц на фоне генетической детерминации. У ЛПА на ЧАЭС выявлена высокая частота мутаций в гипервариабельных минисателлитных локусах генов.

Ионизирующее излучение даже в небольших пролонгированных дозах приводит к отсроченной репродуктивной гибели (отдаленным летальным мутациям), дестабилизации хромосом, соматическим мутациям и амплификации генов, изменению радиочувствительности измененных клеток. Изучение функции ЩЖ у ЛПА на ЧАЭС в отдаленные периоды после аварии (1993–2015 гг.) выявило у них высокую частоту дисфункций и заболеваний щитовидной железы. Ведущим нарушением при этом являлся синдром «низкого трийодтиронина». Мониторинг гормонального фона по уровню общего трийодтиронина ( $T_3$ ) позволил считать, что с 2000–2015 гг. имеется общая тенденция к его нормализации, связанная с изменением перифериче-

ской конверсии тироксина ( $T_4$ ) в  $T_3$ . В то же время отклонения от референтных величин концентраций всех трех гормонов гипофизарно-тиреоидной системы (тиреотропный гормон,  $T_3$ ,  $T_4$ ) у ЛПА даже через десятилетия после аварии выявляются у 20% обследованных от общего количества. Кроме этого, у значительной части ЛПА на ЧАЭС отмечаются диссоциация тропных функций гипофиза, понижение активности функциональных связей гипоталамус–гипофиз–щитовидная железа–надпочечники–гонады. Изменения гормонального статуса сопровождаются нарушением других процессов обмена веществ.

Как показали исследования, характер изменений показателей липидного обмена на протяжении 10-летнего периода наблюдения ЛПА оставался постоянным и не зависел от возраста обследованных [6, 12]. За указанный период времени не было выявлено различий по выраженности дислипидемий между пациентами с преимущественно сердечно-сосудистыми или цереброваскулярными заболеваниями, при этом дислипидемия постоянно выявляется примерно у 70% ЛПА. Характерной чертой нарушений липидного обмена являются существенные изменения в составе апобелков липопротеидов, увеличение апобелка В при снижении отношения апоА/апоВ. Последнее в настоящее время рассматривается как самостоятельный и серьезный маркер риска развития атеросклероза сосудов.

Сравнительный анализ показателей тромбоцитарной активности у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями с учетом степени риска сердечно-сосудистых осложнений показал, что у ликвидаторов со средним и высоким сосудистым риском имеет место высокая тромбоцитарная активность. Последняя проявилась достоверным увеличением числа тромбоцитов, экспрессирующих Р-селектин, и увеличением размеров агрегатов тромбоцитов.

Анализ влияния факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний на показатели функциональной активности тромбоцитов показал, что высокая функциональная активность характерна для ликвидаторов с артериальной гипертензией и в возрасте старше 55 лет.

Одновременно установлены признаки дисфункции эндотелия, проявившейся достоверным увеличением концентрации активатора плазминогена (t-PA), фибриногена и фибринопептида А (FPA) в плазме крови у ликвидаторов с высокой и средней степенью сердеч-

но-сосудистых осложнений. Таким образом, помимо нарушения липидного обмена, у ликвидаторов с сосудистой патологией развивается целый комплекс биохимических сдвигов, свидетельствующих о роли повреждения эндотелия как важного патогенетического фактора атеросклероза.

Данному патогенетическому механизму способствуют активация свободнорадикального окисления липидов и некоторые цитокины, нарушения обмена гомоцистеина, которые определяются у ликвидаторов с сосудистой патологией. Данные факторы обладают способностью напрямую взаимодействовать с клетками эндотелия, повреждая его и изменяя тонус сосудов. Феномен воспаления, признаком которого являются повышенные уровни С-реактивного белка и рост значений провоспалительных цитокинов у ликвидаторов, способствует повреждению эндотелия сосудов. Значимым маркером дисфункции эндотелия является эндотелин-1 (ЭТ-1), уровень которого повышен у ЛПА. При этом следует учесть, что экспрессия гена ЭТ-1 стимулируется повышенным содержанием липопротеинов низкой плотности.

Таким образом, дислипидемия и нарушение обмена апобелков липопротеинов, нарушение тромбоцитарной активности и феномен воспаления, характерные для ЛПА, индуцируют атерогенез посредством влияния на эндотелий сосудов и являются патогенетическим механизмом развития атеросклероза и болезней сердечно-сосудистой системы у ЛПА на ЧАЭС [1, 2, 12].

Обобщая полученные результаты, можно заключить, что атеросклеротическое поражение сосудов является одной из существенных причин развития дисциркуляторной энцефалопатии, артериальной гипертензии и ишемической болезни сердца у ликвидаторов, но встречается не чаще, чем в популяции.

Основными факторами риска развития атеросклероза у ликвидаторов являются возраст, гипергликемия, дислипидемия, повышение С-реактивного белка и активация свободнорадикального окисления. Отсутствие значимой корреляционной связи между уровнем холестерина и выраженностью атеросклероза позволяет предполагать, что самостоятельное значение изолированной гиперхолестеринемии, по-видимому, не существенно для развития атеросклероза у ликвидаторов, и необходимы добавочные факторы риска, к которым, в первую очередь, могут быть отнесены процессы активации

свободнорадикального окисления, неспецифическое воспаление и гипергликемия.

Среди ЛПА на ЧАЭС через 30 лет после аварии высока распространенность метаболического синдрома. При этом только отчасти это может быть обусловлено немолодым возрастом пациентов (в среднем 66 лет). У большинства обследованных имелись типичные факторы риска метаболического синдрома, среди которых были гиподинамия, неправильное питание и курение [12].

У ЛПА на ЧАЭС нарушения углеводного и липидного обменов в отдаленном периоде после аварии отмечены в 81,1% случаев. Из этого числа сахарный диабет 2-го типа выявлен у 43,3%, нарушение толерантности к глюкозе – у 36,7% ликвидаторов, а нарушенная гликемия натощак была выявлена у 20% ЛПА. Одновременно 96% пациентов имели значение индекса НОМА больше 1,0.

Гиперлептинемия у ликвидаторов с хронической недостаточностью мозгового кровообращения и метаболическим синдромом встречалась почти в 75% случаев, что свидетельствует о наличии у данной категории лиц лептинорезистентности.

Наметившаяся тенденция роста частоты онкологической патологии у ЛПА потребовала поиска и разработки методов онкопревенции, так как на сегодняшний день общеизвестна роль *Helicobacter pylori* как канцерогена первого порядка. Кроме этого, нами установлен факт повышения частоты микроядро-образования в слизистой оболочке желудка у ЛПА на ЧАЭС. Эти процессы протекают параллельно с увеличением частоты атрофических изменений в слизистой оболочке желудка и двенадцатиперстной кишке. Данные сведения повышают риск развития онкологической патологии.

В последние годы накоплена обширная информационная база, подтверждающая взаимосвязь между раком желудка и полиморфизмом цитокинов IL-1, IL-10 и TNF. Негативное значение в канцерогенезе имеют внешние факторы: употребление соленой пищи, нитрозосоединения в пище, табакокурение, недостаток аскорбиновой кислоты, недостаточное употребление свежих овощей и фруктов, алкоголь и др.

Разработка методов онкопревенции и проведение эрадикации *Helicobacter pylori* методами тройной или квадротерапии позволяют снизить онкологический риск и частоту микроядро-образования в слизистой оболочке желудка у ЛПА на ЧАЭС и жителей РЗТ.

Данный факт полностью не решает вопрос об онкопревенции у ЛПА на ЧАЭС, так как в последнее время считается доказанным повышенное содержание в организме ликвидаторов свинца и кадмия, являющихся токсическими и канцерогенными факторами.

Повышенная концентрация кадмия и свинца в волосах 30% ЛПА на ЧАЭС не зависела от региона проживания, возраста ЛПА, однако наиболее часто эти изменения отмечены у ЛПА, проводивших работу на ЧАЭС в 1986 г. Проведенное исследование кишечной микробиоты методом хромато-масс-спектрометрии микробных маркеров в крови и фекалиях, а также исследование фекалий классическим микробиологическим методом свидетельствуют о наличии у обследуемых ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС выраженного дисбиоза кишечника. В настоящее время доказана взаимосвязь между макро- и микроэлементами и состоянием микробиоты кишечника у ЛПА на ЧАЭС [1, 2].

Таким образом, онкопревенция, диспансерное динамическое наблюдение, а также оказание адресной специализированной, в том числе высокотехнологичной медицинской помощи, ЛПА на ЧАЭС были и остаются важнейшими факторами в работе врачебного сообщества.

За время, прошедшее после Чернобыльской катастрофы, лица, подвергшиеся радиационному воздействию, перешли в тот возрастной период, когда начинают проявляться инволюционные изменения обмена веществ. Естественное старение сопровождается потерей костного минерала, изменением плотности костной ткани и преимущественным разрушением трабекулярной архитектуры кости.

Зависимые от возраста факторы объясняют формирование сенильного остеопороза у мужчин. Возраст оказал небольшое влияние на концентрацию интактного паратгормона, медиана показателя которого увеличилась у пожилых ЛПА на ЧАЭС. Большинство факторов, связанных с метаболизмом кальция (ДГЭА-сульфата, кальцитриола, 25-гидроксивитамина D), изменения гормонально-метаболических показателей обмена кальция (соотношения эстрадиол–общий тестостерон в сыворотке крови, свободного и биодоступного тестостерона, гормона роста и кальцитонина) меняются в процессе физиологического старения у ЛПА на ЧАЭС, приводят к развитию остеопороза и остепенического синдрома [11].

Антифосфолипидные антитела, повышение которых отмечено у 65,1% ликвидаторов

последствий аварии на ЧАЭС через 20–25 лет, играют ведущую роль в патогенезе антифосфолипидного синдрома и расстройств микроциркуляции.

Широкий спектр антигенов, к которым образуются АФА (антифосфолипидные антитела), обеспечивает разнообразие предполагаемых патофизиологических механизмов и гетерогенность клинических проявлений синдрома путем активации эндотелиальных клеток, экспрессии молекул адгезии, увеличения секреции цитокинов и метаболизма простаглицина. Другим механизмом является окислительное повреждение сосудистого эндотелия. Окисленные липопротеиды низкой плотности захватываются макрофагами, что приводит к их активации, продукции цитокинов и последующему повреждению эндотелиальных клеток.

Реализацией длительного иммунного воспаления у ликвидаторов, о котором шла речь выше, характеризующегося гиперпродукцией провоспалительных цитокинов, активацией клеток, участвующих в иммунном ответе, стал срыв аутоотолерантности. У ЛПА на ЧАЭС отмечаются увеличение в крови количества аутореактивных клонов Т- и В-лимфоцитов, снижение числа регуляторных Т-клеток и продукции противовоспалительных цитокинов.

Повышение в крови количества «дубль-позитивных» Т-клеток, а также аутореактивных клонов В-лимфоцитов, рассматривается как условия развития аутоагрессии. Приблизительно у 30% ликвидаторов обследование субпопуляционного состава лимфоцитов в периферической крови позволило выявить предпосылки развития аутоиммунной патологии (увеличение количества аутореактивных клонов как Т-, так и В-лимфоцитов, снижение числа Т-регуляторных клеток) [7].

Обследование ликвидаторов в отдаленные сроки после аварии (через 30 лет) выявило повышенный уровень спонтанной продукции и содержания в сыворотке крови провоспалительных цитокинов. В первые годы после аварии на ЧАЭС гиперпродукция провоспалительных цитокинов мононуклеарами периферической крови у ЛПА была компенсаторной реакцией макроорганизма на действие комплекса факторов радиационной аварии и была направлена на поддержание гомеостаза (результаты многочисленных исследований доказывают радиопротективные эффекты IL-1 $\beta$ , TNF- $\alpha$ , IL-6, IFN- $\gamma$  и других провоспалительных цитокинов).

Наблюдение за состоянием здоровья ЛПА в дальнейшие годы показало, что поддержа-

ние иммунного воспаления способствовало формированию заболеваний сердечно-сосудистой системы у этой категории лиц. Выявленные изменения в иммунной системе можно рассматривать как неустойчивое равновесие факторов, поддерживающих аутоиммунный процесс (высокий уровень спонтанной продукции интерферона- $\gamma$ , высокое содержание в сыворотке TNF- $\alpha$ ), и факторов, направленных на восстановление иммунологической толерантности (высокий уровень спонтанной продукции IL-6, IL-1ra, низкая индуцированная продукция IL-2).

Память об имевшем место радиационном воздействии сохраняется в виде стабильных хромосомных aberrаций (транслокаций) – цитогенетических нарушений, не приводящих клетку к гибели и не препятствующих ее делению. Если такие нарушения возникают в клетках-предшественниках (в кроветворной ткани), то в кровотоке регулярно поступают лимфоциты, несущие стабильные хромосомные aberrации.

У 23% обследованных ЛПА на ЧАЭС выявлены aberrации стабильного типа (транслокации), что позволило провести биологическую ретроспективную цитогенетическую дозиметрию и определить дозу облучения для данных пациентов от 14 до 34 сГр (средняя доза составила 24,25 сГр).

Обследование ЛПА на ЧАЭС показало, что частота хроматидных обменов не менялась в зависимости от сроков после участия в ликвидации последствий аварии, однако общее количество хромосомных aberrаций, парных фрагментов, хроматидных фрагментов и радиационных маркеров подвержены влиянию времени: изучение динамики частоты хроматидных радиационных маркеров за 29 лет после аварии на ЧАЭС показало их рост с 27 до 48,8%. В то же время, повышенный уровень радиационных маркеров (дицентрических и кольцевых хромосом) у ЛПА на ЧАЭС имел стойкий характер и выявлялся даже спустя многие годы после облучения.

Генетическая неоднородность человеческой популяции и генотоксическое действие, с которым сталкивается человек на протяжении своей жизни, могут влиять на характер и определять течение соматической и онкологической патологии.

На протяжении многих лет в нашем центре проводится оценка генетического статуса ЛПА. Выявлены определенные зависимости между заболеваниями ликвидаторов и полиморфными вариантами генов. Впервые зарегистрирована связь гена ACE (I/D)

с распространенной среди ликвидаторов дисциркуляторной энцефалопатией. Выявлена зависимость тяжести метаболического синдрома у ЛПА от числа предрасполагающих генотипов и аллелей. Установлено, что более выраженные проявления метаболического синдрома у ЛПА на ЧАЭС наблюдаются в случае носительства 4 и 5 неблагоприятных генов-кандидатов сердечно-сосудистых заболеваний (ACE, MTHFR, PPARG2, LPL, AT2R 1, ApoE-y), а также у лиц, гомозиготных по двум неблагоприятным аллелям (DD-генотип гена ACE и TT-генотип полиморфного маркера C677T гена MTHFR). Значимые нарушения гемостаза у ЛПА на ЧАЭС отмечены при полиморфизме генов системы F5, F2, MTHFR (C667T и A1298C), FGB; GP IIIa, PAI-I, а уровень гомоцистеина коррелировал с частотой мутаций в генах, контролирующих фолатный обмен: MTHFR (метилентетрагидрофолатредуктаза), полиморфизм C677T и A1298C, MTR (витамин B<sub>12</sub>-зависимая метионин-синтаза) полиморфизм A2756G, MTRR (метионин-синтаза редуктаза), полиморфизм A66G [10].

Оценка психологического статуса у ЛПА на ЧАЭС и жителей на РЗТ свидетельствует о наличии у них устойчивого состояния общей дезадаптации и эмоционального стресса, протекающего в рамках астеноневротического состояния с выраженной ипохондричностью и тенденцией к повышенной возбудимости [9].

За прошедшие годы научным коллективом Всероссийского центра экстренной и радиационной медицины им. А. М. Никифорова МЧС России накоплены значительный опыт и научные данные по изучению механизмов развития соматической патологии у ЛПА на ЧАЭС. К таким механизмам можно отнести [1, 2]:

- диссоциацию тропных функций гипофиза, а также изменений в системе гипоталамус–гипофиз–щитовидная железа, гипоталамус–гипофиз–надпочечник, гипоталамус–гипофиз–гонады в виде изменения взаимосвязей центрального и периферического звена регуляции эндокринной функции;
- активацию свободнорадикального и перекисного окисления липидов, нарушения белкового обмена, изменения параметров плазменного гемостаза и противосвертывающей системы крови;
- нарушения иммунной (неустойчивое равновесие факторов, поддерживающих аутоиммунный процесс, и факторов, направленных на восстановление иммунологической толерантности) и цитокиновой систем, активацию процессов апоптоза;



– зависимость изученных метаболических параметров с уровнем тревожности, депрессии, нарушением мышления и когнитивных функций, ухудшением зрительной памяти, снижением мозговых функций;

– увеличение частоты мутации генов под воздействием генотоксического влияния факторов аварии на ЧАЭС и генетическая неоднородность ЛПА на ЧАЭС способствуют закреплению выявленных метаболических и функциональных расстройств.

Необходимо отметить, что до сих пор не существует единой концепции патофизиологических механизмов воздействия на организм человека комплекса факторов аварии на ЧАЭС. В настоящее время широкую известность получают парадигмы эффекта «свидетеля» и радиационно-индуцированной нестабильности генома (РИНГ). Эффект «свидетеля» – поражение клеток, находящихся вне зоны действия радиации, но контактирующих с облучаемыми клетками. Эффект «свидетеля» может быть обусловлен, по крайней мере, двумя механизмами: межклеточными контактами («*gap junction*»), включающими Trp53-опосредуемый путь проведения сигнала повреждения, и секрецией биологически активных факторов в культуральную среду (схож с действием цитокинов). Экспериментальные исследования последних лет позволили сформулировать теорию РИНГ, как пример немишенного эффекта ионизирующей радиации. Суть РИНГ заключается в повышении вероятности возникновения непредсказуемых дефектов (выявляемых преимущественно как неклонированные повреждения генома) у потомков облученных клеток. Такие повреждения генома могут возникать и спонтанно, излучение просто увеличивает частоту их появления. Главная особенность РИНГ – отсутствие у клеток-потомков тех повреждений, которые можно зарегистрировать у облученных прародителей. Индуцированная радиацией РИНГ приводит, по определению, к повышенной частоте мутирования и, в конечном итоге, может привести к накоплению канцерогенных мутаций, реализующихся в риске малигнизации и онкогенной трансформации. Противоречия между парадигмами радиобиологии и вопросами клинической медицины при обследовании ЛПА и жителей РЗТ состоят в феномене радиационного гормезиса, радиоадаптивного ответа. Переоценка радиобиологических закономерностей в эпидемиологической и медицинской интерпретации имеет еще более плачевные последствия,

чем недооценка. Дело заключается в сложности интерпретаций результатов опытов *in vitro* на клеточных культурах для возможной ситуации *in vivo*.

Рядом фундаментальных исследований последних лет изменения здоровья у лиц, подвергшихся воздействию экстремальных факторов (в том числе факторов аварии на ЧАЭС), связывают с развитием синдрома хронического адаптивного (адаптационного) перенапряжения (СХАП). К наиболее типичным проявлениям данного синдрома относят: многовариантные жалобы на ухудшение самочувствия, выраженное эмоциональное напряжение, снижение умственной и физической работоспособности, снижение функциональной эффективности энергообеспечивающих процессов, дисфункцию иммунной системы и факторов неспецифической защиты, депрессию общей резистентности организма, повышение общего уровня заболеваемости. Проведенное нами обследование ЛПА позволяет констатировать у них формирование СХАП. Это согласуется с опубликованными научными данными, в которых описываются отдельные механизмы развития соматической патологии у ЛПА на ЧАЭС и населения радиоактивно загрязненных территорий.

Патогенетической основой формирования СХАП являются глубокие эндокринно-метаболические перестройки в организме. Эти изменения обнаружены нами как на органном, так и организменном уровнях. В настоящее время доказано, что изменению психоэмоционального статуса соответствуют определенные изменения функции эндокринной и иммунной систем. Немаловажным фактом, выявленным нами в ходе обследования, является дезинтеграция действия гормонов системы гипоталамус–гипофиз–надпочечники и гипоталамус–гипофиз–гонады. На этом фоне изменение соотношений уровней половых гормонов способствует усилению катаболических процессов. Это приводит к увеличению роли липидов в процессе энергообразования по сравнению с углеводами и, как следствие, активации процессов перекисного окисления липидов на фоне перенапряжения и истощения антиоксидантной системы. Измененная гормональная регуляция в данном случае способствует закреплению роли липидов в обеспечении энергообразования. Любое увеличение энергопотребления, которое обеспечивается за счет аэробного окисления по классической схеме, совершенно синхронно сопровождается увеличением



образования продуктов свободнорадикального окисления.

Особенно ярко это проявляется при стрессовых состояниях, когда чем больше экстремальность воздействия вредного фактора, тем сильнее активация перекисного окисления, тем выше вероятность и выраженность повреждения мембран интенсивно делящихся клеток (прежде всего клеток иммунной системы и эпителия органов пищеварения) и срыва адаптационных процессов. На нейтрализацию продуктов перекисного окисления в организме направлена деятельность антиоксидантной системы, включающей в себя ферментное и неферментное звено.

Накопление в организме продуктов перекисного окисления липидов, как уже указывалось выше, играет существенную роль в повреждении клеточных мембран, в том числе и иммунокомпетентных клеток, и тем самым приводит к развитию иммунодефицитных состояний.

Повышенная концентрация в организме продуктов перекисного окисления липидов на фоне дезинтеграции функции эндокринной и иммунной систем, напряжения механизмов энергообразования, дифференцировки создает основу патогенеза заболеваний у ЛПА. Несомненен и тот факт, что закрепляет указанные патогенетические механизмы повышенный уровень токсических микроэлементов, выявленный в организме ЛПА на ЧАЭС.

На сегодняшний день можно утверждать, что техногенная катастрофа на ЧАЭС вызвала огромный комплекс проблем: радиационной защиты, сохранения здоровья пострадавших от радиоактивного загрязнения территорий, разработки концепции безопасного проживания, радиобиологии окружающей внешней среды и др.

30-летний этап преодоления последствий завершается, и на сегодняшний день все более актуальным становится вопрос о сохранении здоровья ЛПА на ЧАЭС. В этом ключе, на наш взгляд, должны быть расставлены приоритеты дальнейшей политики по преодолению последствий аварии на ЧАЭС: оздоровление экологии, разработка мер по раннему выявлению заболеваний вследствие воздействия на человека комплекса факторов аварии на ЧАЭС.

### Заключение

Подводя итоги проделанной работы по преодолению медицинских последствий аварии на Чернобыльской АЭС, необходимо сделать выводы:

1) радиоактивное заражение местности после техногенной катастрофы на Чернобыльской АЭС, облучение пострадавших и воздействие на здоровье неспецифических факторов являются несомненно опасными для человека и биоты. Основными причинами, приведшими к нарушениям здоровья ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС, является комплекс факторов аварии, среди которых радиационный фактор не является ведущим;

2) одним из основных механизмов развития соматической патологии у ликвидаторов является процесс формирования синдрома хронического адаптивного перенапряжения, который можно отнести к механизму «неспецифического» воздействия техногенной радиационной аварии;

3) государственная политика по преодолению последствий аварии на Чернобыльской АЭС должна быть направлена на минимизацию ее медицинских последствий, оказание адресной специализированной медицинской помощи ликвидаторам и населению, проживающему на радиоактивно загрязненных территориях.

### Литература

1. 25 лет после Чернобыля: состояние здоровья, патогенетические механизмы, опыт медицинского сопровождения ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции: руководство для врачей / под ред. С.С. Алексанина. СПб. : ЭЛБИ-СПб, 2011. 736 с.

2. 30 лет после Чернобыля: патогенетические механизмы формирования соматической патологии, опыт медицинского сопровождения участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции : монография / под ред. С.С. Алексанина. СПб. : Политехника-принт, 2016. 506 с.

3. Астафьев О.М. [и др.]. Эпидемиологическая характеристика состояния здоровья ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС в отдаленном периоде // 25 лет после Чернобыля: состояние здоровья, патогенетические механизмы, опыт медицинского сопровождения ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции : руководство для врачей / под ред. С.С. Алексанина. СПб. : ЭЛБИ-СПб, 2011. С. 15–54.

4. Евдокимов В.И. Авторефераты диссертаций в сфере ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС (1990–2010 гг.) : библиогр. указ. / Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России. СПб. : Политехника-сервис, 2011. 117 с. (Радиация. Радиоактивность. Чернобыль; вып. 1).

5. Евдокимов В.И. Библиографический указатель научных статей по медико-биологическим

и социально-психологическим проблемам жизнедеятельности участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции // 30 лет после Чернобыля: патогенетические механизмы формирования соматической патологии, опыт медицинского сопровождения участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции / под ред. С.С. Алексанина. СПб. : Политехника-принт, 2016. С. 485–506.

6. Зыбина Н. Н., Тихомирова О. В., Дрыгина Л. Б., Давыдова Н. И. Алгоритмы лабораторной диагностики при сосудистой патологии у ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС // 25 лет после Чернобыля: состояние здоровья, патогенетические механизмы. Опыт медицинского сопровождения ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции (руководство для врачей). СПб. : ЭЛБИ-СПб, 2011. С. 442–460.

7. Калинина Н. М., Давыдова Н. И., Дрыгина Л. Б., Бычкова Н. В. Роль нарушений иммунной системы в формировании патологии у ликвидаторов // Ликвидаторы последствий аварии на ЧАЭС : патология отдаленного периода и особенности медицинского обеспечения. СПб. : ЭЛБИ-СПб, 2008. С. 108–119.

8. Медицинские радиологические последствия Чернобыля: прогноз и фактические данные спустя 30 лет [монография] / под общ. ред. В. К. Иванова, А. Д. Каприна. М. : ГЕОС, 2015. 450 с.

9. Мельницкая Т. Б., Рыбников В. Ю., Хавыло А. В. Социально-психологические проблемы жизнедеятельности и стрессовые реакции населения в отдаленном периоде после аварии на Чернобыльской АЭС [монография]. М. : Политехника-Сервис, 2015. 148 с.

10. Неронова Е. Г. Генетические технологии в диагностике и лечении // 30 лет после Чернобыля: патогенетические механизмы формирования соматической патологии, опыт медицинского сопровождения участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции: монография / под ред. С. С. Алексанина. СПб. : Политехника-принт, 2016. С. 350–359.

11. Никифорова И. Д., Дрыгина Л. Б., Калинина Н. М., Зыбина Н. Н. Заболевания опорно-двигательного аппарата // Ликвидаторы последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции: патология отдаленного периода и особенности медицинского обеспечения. СПб. : ЭЛБИ, 2008. С. 370–408.

12. Хирманов В. Н., Тихомирова О. В. Метаболические и гемодинамические механизмы развития заболеваний сердца и мозга у участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС в отдаленном периоде [монография] / под ред. С. С. Алексанина. М. : Политехника-сервис, 2010. 344 с.

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

Поступила 04.03.2016

**Для цитирования.** Алексанин С. С., Дударенко С. В., Новицкий А. А., Рыбников В. Ю. Механизмы развития соматической патологии и отдаленные медицинские последствия аварии на Чернобыльской АЭС // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2016. № 2. С. 5–15.

## Mechanisms of somatic pathology and long-term health effects of the Chernobyl accident

Aleksanin S. S., Dudarenko S. V., Novitskii A. A., Rybnikov V. Yu.

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

Sergey Sergeevich Aleksanin – Dr. Med. Sci. Prof., Director; e-mail: medicine@arterm.spb.ru;  
Sergei Vladimirovich Dudarenko – Dr. Med. Sci., Head of the Department of Therapy and Integrative Medicine; e-mail: svd2212@mail.ru;

Al'bert Aleksandrovich Novitskii – Dr. Med. Sci. Prof.;

Viktor Yurievich Rybnikov – Dr. Med. Sci., Dr. Psychol. Sci. Prof., Meritorious Scientist of Russia, Deputy Director (Science and Education); e-mail: medicine@arterm.spb.ru.

**Abstract.** We present the results of 30-year monitoring over the state of health of the Chernobyl liquidators. An epidemiological analysis of morbidity, disability and mortality of Chernobyl liquidators was performed. Relationship of these indicators with the non-radiation factors was proven. The main mechanisms of somatic pathology in Chernobyl liquidators and the residents of radiation-contaminated areas may include: emotional stress, endocrine imbalance, inflammation, disturbances of metabolism and differentiation, atherogenesis.

**Keywords:** emergency situation, Chernobyl Nuclear Power Plant, radiobiology, recovery workers of accident aftermath, disease incidence, pathogenesis.

#### References

1. 25 let posle Chernobylya: sostoyanie zdorov'ya, patogeneticheskie mekhanizmy. Opyt meditsinskogo soprovozhdeniya likvidatorov posledstvii avarii na Chernobyli'skoi atomnoi elektrostantsii [25 years after Chernobyl: health, pathogenetic mechanisms. The experience of medical support of the liquidators of consequences of the accident at the Chernobyl nuclear power station]. Sankt-Peterburg. 2011. Pp. 15–55. (In Russ.)
2. 30 let posle Chernobylya: patogeneticheskie mekhanizmy formirovaniya somaticheskoi patologii, opyt meditsinskogo soprovozhdeniya uchastnikov likvidatsii posledstvii avarii na Chernobyli'skoi atomnoi elektrostantsii [30 years after Chernobyl: pathogenetic mechanisms of somatic pathology, experience of medical support to participants of liquidation of consequences of the Chernobyl nuclear power plant accident]. Ed. S.S. Aleksanin. Sankt-Peterburg. 2016. 506 p. (In Russ.)
3. Astaf'ev O.M. [et al.]. Epidemiologicheskaya kharakteristika sostoyaniya zdorov'ya likvidatorov avarii na ChAES v otdalennom periode [Epidemiological characteristics of the health of liquidators of the accident at the Chernobyl nuclear power station in remote period]. 25 let posle Chernobylya: sostoyanie zdorov'ya, patogeneticheskie mekhanizmy. Opyt meditsinskogo soprovozhdeniya likvidatorov posledstvii avarii na Chernobyli'skoi atomnoi elektrostantsii [25 years after Chernobyl: health, pathogenetic mechanisms. The experience of medical support of the liquidators of consequences of the accident at the Chernobyl nuclear power station]. Sankt-Peterburg. 2011. Pp. 15–55. (In Russ.)
4. Evdokimov V.I. Avtoreferaty dissertatsii v sfere likvidatsii posledstvii avarii na Chernobyli'skoi AES (1990–2010 gg.) : bibliograficheskii ukazatel' [Abstracts of theses in the field of elimination of consequences of the Chernobyl accident (1990–2010): bibliography]. Sankt-Peterburg 2011. 117 p. (In Russ.)
5. Evdokimov V.I. Bibliograficheskii ukazatel' nauchnykh statei po mediko-biologicheskim i sotsial'no-psikhologicheskim problemam zhiznedeyatel'nosti uchastnikov likvidatsii posledstvii avarii na Chernobyli'skoi atomnoi elektrostantsii [Bibliography of scientific papers on the biomedical, social and psychological problems of life of participants of liquidation of consequences of the Chernobyl nuclear power plant accident]. 30 let posle Chernobylya: patogeneticheskie mekhanizmy formirovaniya somaticheskoi patologii, opyt meditsinskogo soprovozhdeniya uchastnikov likvidatsii posledstvii avarii na Chernobyli'skoi atomnoi elektrostantsii [30 years after Chernobyl: pathogenetic mechanisms of somatic pathology, experience of medical support to participants of liquidation of consequences of the Chernobyl nuclear power plant accident]. Ed. S.S. Aleksanin. Sankt-Peterburg. 2016. Pp. 485–506. (In Russ.)
6. Zybina N.N., Tikhomirova O.V., Drygina L.B., Davydova N.I. Algoritmy laboratornoi diagnostiki pri sosudistoi patologii u likvidatorov posledstvii avarii na ChAES [Algorithms of laboratory diagnosis of vascular pathology in Chernobyl liquidators]. 25 let posle Chernobylya: sostoyanie zdorov'ya, patogeneticheskie mekhanizmy. Opyt meditsinskogo soprovozhdeniya likvidatorov posledstvii avarii na Chernobyli'skoi atomnoi elektrostantsii [25 years after Chernobyl: health, pathogenetic mechanisms. The experience of medical support of the liquidators of consequences of the accident at the Chernobyl nuclear power station]. Sankt-Peterburg. 2011. Pp. 442–460. (In Russ.)
7. Kalinina N.M., Davydova N.I., Drygina L.B., Bychkova N.V. Rol' narushenii immunnnoy sistemy v formirovanii patologii u likvidatorov [The role of immune system disorders in the formation of pathology in liquidators]. Likvidatory posledstvii avarii na ChAES Patologiya otdalennogo perioda i osobennosti meditsinskogo obespecheniya [Chernobyl liquidators: long-term pathology and special medical support]. Sankt-Peterburg. 2008. Pp. 108–119. (In Russ.)
8. Meditsinskie radiologicheskie posledstviya Chernobylya: prognoz i fakticheskie dannye spustya 30 let [Medical radiological consequences of Chernobyl: the forecast and the actual data after 30 years]. Eds. V.K. Ivanov, A.D. Kaprin. Moskva. 2015. 450 p. (In Russ.)
9. Mel'nitskaya T.B., Rybnikov V.Yu., Khavylo A.V. Sotsial'no-psikhologicheskie problemy zhiznedeyatel'nosti i stressovye reaktsii naseleniya v otdalennom periode posle avarii na Chernobyli'skoi AES [The social and psychological problems of life activity and stress response of the population in the long term after the Chernobyl accident]. Sankt-Peterburg. 2015. 148 p. (In Russ.)
10. Neronova E.G. Geneticheskie tekhnologii v diagnostike i lechenii [Genetic techniques for diagnosis and treatment]. 30 let posle Chernobylya: patogeneticheskie mekhanizmy formirovaniya somaticheskoi patologii, opyt meditsinskogo soprovozhdeniya uchastnikov likvidatsii posledstvii avarii na Chernobyli'skoi atomnoi elektrostantsii [30 years after Chernobyl: pathogenetic mechanisms of somatic pathology, experience of medical support to participants of liquidation of consequences of the Chernobyl nuclear power plant accident]. Ed. S.S. Aleksanin. Sankt-Peterburg. 2016. Pp. 350–359. (In Russ.)
11. Nikiforova I.D., Drygina L.B., Kalinina N.M., Zybina N.N. Zabolevaniya oporno-dvigatel'nogo apparata [Diseases of the musculoskeletal system]. Likvidatory posledstvii avarii na Chernobyli'skoi atomnoi elektrostantsii: patologiya otdalennogo perioda i osobennosti meditsinskogo obespecheniya [The liquidators of consequences of the accident at the Chernobyl nuclear power plant: pathology in distant period and special medical support]. Sankt-Peterburg. 2008. Pp. 370–408. (In Russ.)
12. Khirmanov V.N., Tikhomirova O.V. Metabolicheskie i gemodinamicheskie mekhanizmy razvitiya zabolevaniy serdtsa i mozga u uchastnikov likvidatsii posledstvii avarii na Chernobyli'skoi AES v otdalennom periode [Metabolic and hemodynamic mechanisms of the heart and brain diseases in liquidators of consequences of the Chernobyl accident in the remote period]. Sankt-Peterburg. 2010. 344 p. (In Russ.)

Received 04.03.2016

**For citing.** Aleksanin S.S., Dudarenko S.V., Novitskii A.A., Rybnikov V.Yu. Mekhanizmy razvitiya somaticheskoi patologii i otdalennye meditsinskie posledstviya avarii na Chernobyli'skoi AES. *Med.-biol. i sots.-psikhol. probl. bezopasnosti v chrezv. situatsiyakh*. 2016. N 2. Pp. 5–15. (In Russ.)

Aleksanin S.S., Dudarenko S.V., Novitskii A.A., Rybnikov V.Yu. Mechanisms of somatic pathology and long-term health effects of the Chernobyl accident. *Medical-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2016. N 2. Pp. 5–15.

## МЕДИКО-СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ, ОБРАТИВШИХСЯ ЗА МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩЬЮ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС В БЛИЖАЙШИЙ ПЕРИОД

<sup>1</sup> Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова (Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6);

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

Представлены медико-статистические характеристики историй болезни 351 военнослужащего – ликвидатора последствий аварии на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС) в ближайший период с мая по ноябрь 1986 г. В 79,5% поводом к госпитализации в военно-медицинские учреждения явилось обследование в связи с пребыванием на радиоактивно загрязненной местности. Длительность участия в ликвидации аварии на ЧАЭС составила ( $29,0 \pm 1,1$ ) сут, полученная доза облучения – ( $20,6 \pm 0,4$ ) сГр. Корреляционная связь между указанными показателями значимая ( $r = 0,75$ ;  $p < 0,01$ ). При госпитализации военнослужащие предъявляли жалобы на общее ухудшение самочувствия и поражение верхних дыхательных путей (кашель, першение в горле). Показатели клеточного состава периферической крови у госпитализированных находились в пределах нормы, за исключением показателей повышения уровня ретикулоцитов, средний уровень которых составил ( $32,3 \pm 1,5$ )%, и тенденции увеличения тромбоцитов ( $367,9 \pm 12,8$ ) · 10<sup>9</sup>/л. Средний срок госпитализации военнослужащих составил ( $12,9 \pm 0,4$ ) койко-дня. Проведенное стационарное обследование и лечение позволили установить диагноз «внешнего пролонгированного сочетанного  $\gamma$ - $\beta$ -облучения без клинико-гематологических проявлений» у 40,7% военнослужащих, «лучевой реакции с гематологическими проявлениями (тромбоцитоз, ретикулоцитоз)» – у 20,2%, «астенический синдром» – у 0,6%. Выписаны без клинического диагноза (практически здоровы) 38,5% военнослужащих. Клинический исход госпитализации составил: 11,7% – выздоровление, 61,8% – улучшение и 26,5% – без динамики. Выявленные медико-статистические характеристики могут использоваться для моделирования сценариев по оказанию медицинской помощи при техногенных авариях и катастрофах.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, радиационная авария, Чернобыльская АЭС, ликвидатор аварии, доза облучения, военная медицина, медико-статистическая характеристика.

### Введение

26 апреля 1986 г. произошла трагедия поистине мирового масштаба – крупная авария на IV энергоблоке Чернобыльской АЭС (ЧАЭС). Ликвидация медико-санитарных последствий аварии на ЧАЭС оказалась сложнейшей проблемой из-за отсутствия опыта в решении задач подобного характера и сложности. Решением руководства страны организация и координация усилий разнородными формированиями силовых министерств, привлекаемых к ликвидации последствий катастрофы, была возложена на Вооруженные силы (ВС) СССР [11].

В настоящее время в Российском государственном медико-дозиметрическом регистре состоят на учете около 711 тыс. человек из числа подвергшихся радиационному воздей-

ствию в результате аварии на ЧАЭС, в том числе 197,1 тыс. ликвидаторов последствий аварии (ЛПА) на ЧАЭС [7]. В ликвидации последствий аварии на ЧАЭС участвовало более 800 тыс. человек из 15 союзных республик, из них более 600 тыс. – военнослужащие, включая военнослужащих, призванных через военкоматы на специальные сборы из запаса (из числа военнообязанных).

Военные медики при тесном взаимодействии с органами гражданского здравоохранения и научными центрами страны в кратчайшие сроки организовали систему оказания медицинской помощи в виде комплекса лечебно-диагностических и лечебно-профилактических мероприятий в отношении военнослужащих и гражданских лиц (фото) [1, 4, 9].

Лемешкин Роман Николаевич – канд. мед. наук, доц. каф. организации и тактики мед. службы Воен.-мед. акад. им. С. М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6); e-mail: lemeshkinroman@rambler.ru;

Григорьев Степан Григорьевич – д-р мед. наук проф., ст. науч. сотр. науч.-исслед. центра Воен.-мед. акад. им. С. М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6); e-mail: gsg\_rj@mail.ru;

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

Русев Илья Трифионович – д-р мед. наук проф., зав. каф. обществ. здоровья и экономики воен. здравоохранения Воен.-мед. акад. им. С. М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6); e-mail: jatros@mail.ru.





Военнослужащие Ленинградского военного округа участвуют в ликвидации последствий аварии на ЧАЭС, 1 июня 1986 г. (фото В. Алешина, <http://vakin.livejournal.com>).

Территория радиоактивного загрязнения, на которой осуществлялась деятельность медицинской службы, была разделена на 3 зоны ответственности. В каждой зоне формировались органы военно-медицинского управления в форме оперативных групп и необходимые для всестороннего обеспечения ликвидации последствий аварии на ЧАЭС подразделения, части и учреждения медицинской службы. Деятельность оперативных групп каждой из зон ответственности координировали специалисты оперативной группы Центрального военно-медицинского управления Министерства обороны СССР [5, 9].

В зоне аварии на ЧАЭС были использованы силы и средства медицинской службы ВС СССР и Гражданской обороны, в том числе: развернуто более 20 медицинских пунктов полков и отдельных батальонов, отрядов медицинской помощи Гражданской обороны, 5 отдельных медицинских батальонов, 4 санитарно-эпидемиологических отряда.

Для оказания медицинской помощи ЛПА на ЧАЭС были развернуты эшелонированные силы и средства медицинской службы ВС СССР. Базой 1-го эшелона стали медицинские пункты (роты) с возложенными на них задачами организации постоянного контроля за состоянием здоровья ЛПА на ЧАЭС и оказания нуждающимся первой врачебной помощи. Основой 2-го эшелона стали отдельные медицинские батальоны, обеспечивающие стационарное лечение и обследование. 3-й эшелон составили лечебные учреждения – окружные и центральные госпитали, которые, наряду с обследованием и лечением, проводили медицинскую реабилитацию и медицинскую экспертизу.

Особенностью деятельности медицинской службы стало то, что в период с 26 апреля по

3 мая 1986 г. основное внимание было уделено оказанию медицинской помощи населению, оказавшемуся в районе аварии на ЧАЭС. С 4 по 11 мая 1986 г. основные усилия были направлены на массовое обследование населения, оказавшегося в районах бедствия, а 12 мая 1986 г. по 1 июля 1990 г. – на медицинское обеспечение военнослужащих – ЛПА на ЧАЭС [1, 6, 9, 10].

Проанализировать состояние здоровья военнослужащих – ЛПА на ЧАЭС в ближайший период не представлялось возможным, так как документы военно-медицинской отчетности в тот период имели гриф секретности. К настоящему времени остается недостаточно исследованной медико-статистическая характеристика военнослужащих, пострадавших в ближайший период в результате ликвидации последствий аварии на ЧАЭС, что стало целью исследования.

### Материал и методы

Проанализировали 351 историю болезни из филиала Центрального архива (военно-медицинских документов) Минобороны России на военнослужащих – ЛПА на ЧАЭС, находившихся на обследовании (лечении) в период с мая по ноябрь 1986 г. В большинстве случаев истории болезни, хранящиеся в архиве, были оформлены на военнослужащих Ленинградского, Московского и Белорусского военных округов. Количество изученных историй болезни определено их архивной «активностью» по запросам ветеранов-ликвидаторов о факте, подтверждающим их обращение за медицинской помощью. Это, прежде всего, связано с изменением нормативной правовой базы определения причинной связи развития заболеваний и инвалидности у бывших военнослужащих, проходивших военную службу и принимавших участие в ЛПА [положения ФЗ № 122 от 22.08.2004 г. «О внесении изменений в законодательные акты Российской Федерации и признании утратившими силу некоторых законодательных актов Российской Федерации в связи с принятием федеральных законов «О внесении изменений и дополнений в Федеральный закон «Об общих принципах организации законодательных (представительных) и исполнительных органов государственной власти субъектов Российской Федерации» и «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации»].

При возникновении жалоб или необходимости стационарного обследования военно-



служащие направлялись в отдельный медицинский батальон (Омедб) (в/ч 16965, г. Ильинцы) и военные госпитали (ВГ): в/ч 29248 (ВГ г. Чернигов); в/ч 52217 (ВГ г. Харьков); 432-й окружной военной госпиталь (ОВГ) (г. Минск); Главный военный клинический госпиталь (ГВКГ) им. Н. Н. Бурденко (Москва).

В соответствии с правилами рандомизации по историям болезней сформировали следующие группы военнослужащих – ЛПА на ЧАЭС:

- 1-я – военнослужащие срочной службы (n = 62, или 17,7%);
- 2-я – прапорщики (n = 30, или 8,5%);
- 3-я – младшие офицеры (n = 113, или 32,2%);
- 4-я – старшие офицеры (n = 124, или 35,3%);
- 5-я – высшие офицеры (генералы) (n = 13, или 3,7%);
- 6-я – гражданский персонал (n = 9, или 2,6%).

Средний возраст групп исследования представлен на рис. 1. Как и следовало ожидать, минимальный возраст был у военнослужащих срочной службы, максимальный – у высших офицеров.

Статистическую обработку результатов провели с использованием программы Statistica 10.0. Сходство (различия) результатов оценили при помощи t-критерия Стьюдента, взаимосвязи показателей – корреляционного анализа Пирсона [2].

### Результаты и их анализ

При исследовании медико-статистических характеристик у военнослужащих – ЛПА на ЧАЭС исходными явились следующие параметры: возраст пострадавших, время от начала проявлений заболевания до госпитализации, длительность госпитализации, срок ликвидации последствий аварии на ЧАЭС

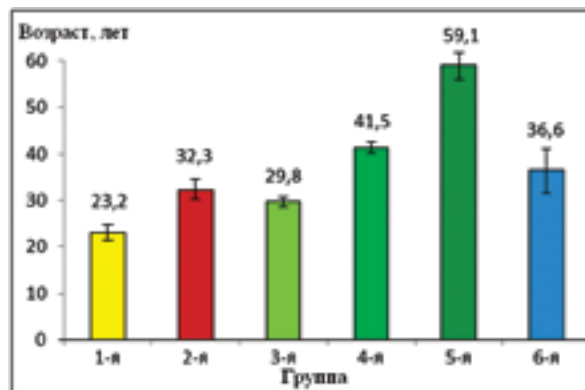


Рис. 1. Средний возраст военнослужащих – ЛПА на ЧАЭС (здесь и на рис. 2–4, 7 и 8 средние значения с 95% доверительными интервалами).

и доза облучения [8]. Принимали определенную неточность регистрации дозы облучения военнослужащих, которая в 1986 г. измерялась в рентгенах (1 Р ≈ 1 сГр). Средние показатели по группам военнослужащих – ЛПА на ЧАЭС сведены в табл. 1.

Существенным фактором, влияющим на формирование расстройств здоровья у военнослужащих, явилась длительность участия в ликвидации последствий аварии на ЧАЭС, которая, в среднем, по всем группам составила (29,0 ± 1,1) сут. При этом сроки пребывания на ЧАЭС различных групп военнослужащих – ЛПА на ЧАЭС достоверно различались (рис. 2). Минимальный срок пребывания на ЧАЭС оказался у военнослужащих 1-й группы и был достоверно меньше (p < 0,05), чем у офицеров 4-й группы.

Полученная доза облучения, в среднем, составила (20,6 ± 0,4) сГр и была статистически значимо связана с длительностью ликвидации последствий аварии на ЧАЭС (r = 0,75, p < 0,01). Средняя доза облучения у военнослужащих 1-й группы (рис. 3) оказалась достоверно ниже, чем у офицеров 4-й (p < 0,01) и 5-й группы (p < 0,001).

Таблица 1

Медико-статистические параметры у военнослужащих, пострадавших в ближайший период при ликвидации последствий аварии на ЧАЭС, M ± m

Группа	Возраст, лет	Время от начала заболевания до госпитализации, сут	Длительность госпитализации, койко-день	Длительность участия в ликвидации последствий аварии на ЧАЭС, сут	Доза облучения, сГр
Общая	34,2 ± 0,5	13,6 ± 1,8	12,9 ± 0,4	29,0 ± 1,1	20,6 ± 0,4
1-я	23,2 ± 0,8	13,0 ± 3,3	13,7 ± 1,2	22,2 ± 2,1	18,3 ± 0,8
2-я	32,3 ± 1,0	5,2 ± 1,5	13,1 ± 0,9	29,5 ± 5,2	18,7 ± 1,0
3-я	29,8 ± 0,5	12,0 ± 2,4	11,9 ± 0,4	27,2 ± 2,2	20,0 ± 0,6
4-я	41,5 ± 0,6	17,4 ± 3,8	13,8 ± 0,7	33,3 ± 1,6	21,8 ± 0,8
5-я	59,1 ± 1,5	19,0 ± 13,8	9,7 ± 1,8	34,3 ± 6,5	28,6 ± 4,8
6-я	36,6 ± 2,4	3,0 ± 2,0	11,4 ± 1,5	26,6 ± 4,0	19,8 ± 2,9

В табл. 2 указаны сведения из историй болезни по использованию военнослужащими медицинских средств противорадиационной защиты и индивидуальных средств защиты кожи и органов дыхания. Отмечаются недостаточная обученность и низкая мотивированность военнослужащих по применению медицинских средств противорадиационной защиты, а иногда и несоответствие их конструктивных особенностей заявленным требованиям.

Несмотря на особое внимание со стороны войсковой медицинской службы к состоянию здоровья военнослужащих срочной службы, обращаемость за медицинской помощью от момента возникновения признаков заболевания в 1-й группе составила  $(13,0 \pm 0,3)$  дня. Минимальный срок госпитализации (рис. 4) после проявления заболевания был у гражданских лиц (6-я группа) и прапорщиков (2-я группа). По сравнению с этими группами достоверно ( $p < 0,01$ ) более поздняя обращаемость была установлена у офицеров 4-й и 5-й группы.

Средние сроки поступления военнослужащих в военно-медицинские учреждения от начала возникновения жалоб (проявлений заболевания) составили в:

- Омедб –  $(1,0 \pm 0,1)$  сут;
- ВГ г. Чернигова –  $(9,0 \pm 1,6)$  сут;
- 432-й ОВГ –  $(13,8 \pm 3,8)$  сут;
- ВГ г. Харькова –  $(17,8 \pm 5,7)$  сут;
- ГВКГ им. Н. Н. Бурденко –  $(23,4 \pm 5,2)$  сут.

Преобладающим поводом к госпитализации являлось обследование военнослужащих в связи с пребыванием на радиоактивно загрязненной местности. Доля таких пациентов составила 79,5%. В 74,4% военнослужащие направлялись на госпитализацию в установленном порядке через медицинскую службу своей воинской части.

Структура ведущих жалоб при госпитализации представлена на рис. 5. У военнослужащих – ЛПА на ЧАЭС отмечались общая слабость (23,7%), головная боль (16,8%), апатия, вялость (10,9%), першение в горле (12,8%),

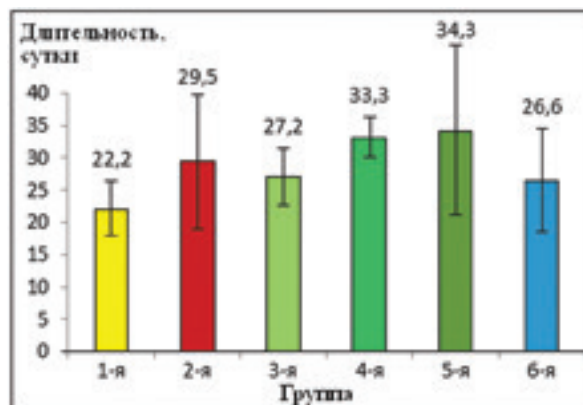


Рис. 2. Длительность участия военнослужащих в ликвидации последствий аварии на ЧАЭС.

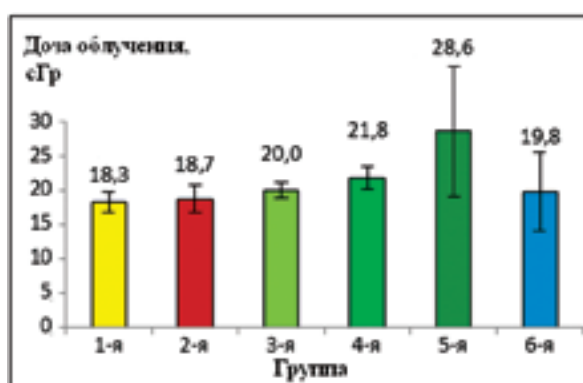


Рис. 3. Средние дозы внешнего гамма-облучения у военнослужащих – ЛПА на ЧАЭС.

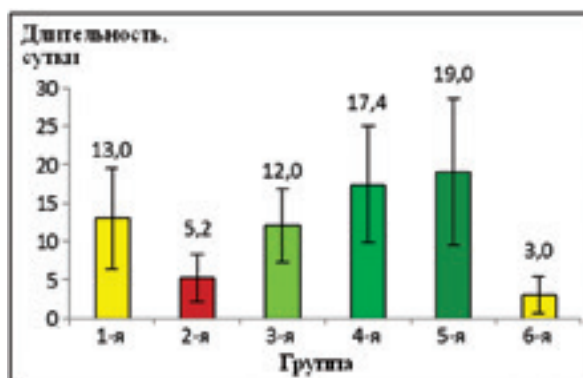


Рис. 4. Средний срок от начала возникновения жалоб (проявлений заболевания) до госпитализации военнослужащих – ЛПА на ЧАЭС.

Таблица 2

Использование индивидуальных средств защиты кожи и органов дыхания и медицинских средств противорадиационной защиты, n (%)

Средства защиты и профилактики	Использование средств защиты и профилактики			
	неизвестно	да	нет	эпизодически
Противогаз	266 (75,8)	10 (2,8)	75 (21,4)	-
Противопылевой респиратор	186 (53,0)	124 (35,3)	28 (8,0)	13 (3,7)
Общевойсковой защитный костюм	237 (67,5)	65 (18,5)	45 (12,8)	4 (1,1)
Препараты йода	164 (46,7)	69 (19,7)	99 (28,2)	19 (5,4)
Таблетированные радиопротекторы	177 (50,4)	38 (10,8)	136 (38,8)	-

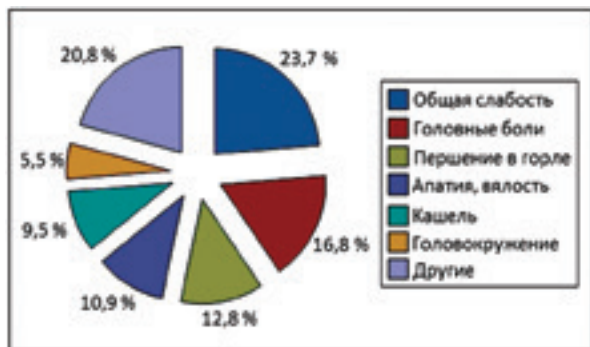


Рис. 5. Жалобы при госпитализации военнослужащих – ЛПА на ЧАЭС.

кашель (9,5%) и другие жалобы (10,9%). Можно полагать, что поражение дыхательных путей являлось реакцией организма на внешнее радиоактивное облучение, что возможно связано с ингаляцией радиоактивной пыли и ее воздействием на слизистую оболочку дыхательных путей [8]. Стояла летняя жаркая, сухая погода, и при дыхании пыль с  $\gamma$ - ,  $\beta$ -радионуклидами раздражала слизистую оболочку верхних дыхательных путей.

Определенный интерес представляет то, с какой частотой и какие жалобы предъявлялись различными категориями военнослужащих. Перечень жалоб оказался довольно разнообразным и включал около 20 различных вариантов. Обобщенно следует указать, что у военнослужащих 1–3-й группы чаще наблюдались общие жалобы на ухудшение самочувствия (рис. 6), у старших офицеров (4-я группа) и генералов (5-я группа) – жалобы на поражение верхних дыхательных путей и обострение ранее имевшихся заболеваний.

При направлении военнослужащего на стационарное лечение войсковые врачи избегали формулировок, характеризующих радиационное облучение. В 80% причиной направления была формулировка «обследо-

вание и лечение в связи с пребыванием в зоне повышенной радиации».

При поступлении военнослужащих в военно-медицинские учреждения объективно значимых отклонений общеклинических показателей от вариантов нормы не установлено. Показатели пульса, артериального давления (АД), температуры тела находились в пределах нормы. В 5-й группе в отдельных случаях выявлялись повышенные данные АД (систолическое 140–160 мм рт. ст., диастолическое – 90–100 мм рт.ст.), что расценивалось как «высокое нормальное» для данной возрастной группы.

Из общего числа проанализированных случаев в 191 (54,4%) различного рода жалобы были зафиксированы, и в конце госпитального лечения жалобы на апатию, пониженное самочувствие и вялость сохранялись. Данный факт был отражен в заключении о результатах лечения: «выписан без динамики» – 26,5%.

К сожалению, детальный качественный анализ клеток крови проводился не всегда. Показатели клеточного состава периферической крови находились в пределах установленной нормы [3], за исключением показателей уровня незрелых эритроцитов (ретикулоцитов).

Повышенное количество ретикулоцитов – (32,3 ± 1,5)% отмечено при поступлении у 64 военнослужащих (18,2%), а при выписке – у 54 (5,4%) со средним показателем ретикулоцитов (28,9 ± 1,2)%. Умеренно повышенное количество тромбоцитов (367,9 ± 12,8) · 10<sup>9</sup>/л было отмечено у 97 госпитализированных военнослужащих (27,6%). После лечения количество лиц с указанным ранее показателем тромбоцитоза незначительно уменьшилось и составило 78 (22,2%). Короткие сроки госпитализации, несовершенство диагностики и «скудость» в лечении не позволяли приве-

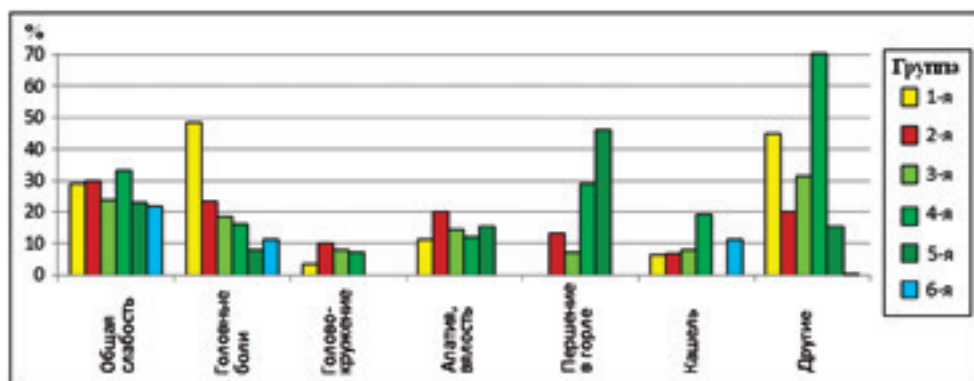


Рис. 6. Частота встречаемости предъявляемых жалоб в группах военнослужащих – ЛПА на ЧАЭС.

сти показатели клеточного состава периферической крови у ЛПА на ЧАЭС к норме.

Средний срок госпитализации у военнослужащих составил  $(12,9 \pm 0,4)$  койко-дня, и в группах военнослужащих до определившегося исхода он оказался близким по своему значению. Максимальные сроки были в 1-й и 4-й группе, минимальные – в 5-й группе (см. табл. 1). Статистически достоверными ( $p < 0,05$ ) оказались различия средних сроков лечения в 3-й и 4-й группах офицеров (рис. 7).

Уровень лечебно-диагностических возможностей в Омедб (г. Ильинцы) был ниже по сравнению с гарнизонными, окружным и центральным госпиталями и, соответственно, длительность пребывания пострадавших там оказалась короче – только  $(8,5 \pm 1,2)$  сут (рис. 8). Но данное военно-медицинское учреждение являлось определяющим в общей системе медицинского обеспечения войск (сил), как наиболее передовой этап, который был развернут на границе 30-километровой зоны от ЧАЭС. Медицинский скрининг, выполняемый в Омедб в отношении пострадавших, позволял своевременно определять уровень и характер изменений в состоянии здоровья военнослужащих.

Другие военно-медицинские учреждения, рассмотренные в исследовании, имели больше возможностей по лечебно-диагностической работе в отношении военнослужащих – ЛПА на ЧАЭС, что и определяло более длительное их нахождение в госпиталях, где, кроме стандартных медицинских мероприятий, выполнялись элементы медико-психологической реабилитации и при необходимости медицинское освидетельствование [4, 6, 7]. Срок обследования военнослужащих в военных госпиталях составил: в ВГ г. Чернигова –  $(11,8 \pm 0,5)$  сут; в 432-м ОВГ –  $(12,2 \pm 0,5)$  сут; в ГВГК им. Н.Н. Бурденко –  $(14,4 \pm 0,1)$  сут; в ВГ г. Харькова –  $(15,1 \pm 0,6)$  сут (см. рис. 8).

По результатам стационарного обследования и лечения диагноз «внешнее пролонгированное сочетанное  $\gamma$ -,  $\beta$ -облучение без клинико-гематологических проявлений» был установлен у 40,7% военнослужащих, «лучевая реакция с гематологическими проявлениями (тромбоцитоз, ретикулоцитоз)» – 20,2%, «астенический синдром» – 0,6% пациентов. Стилистика и формулировка окончательного диагноза, представленного в выписном эпикризе, нами сохранены. Остальные 38,5% военнослужащих – ЛПА на ЧАЭС, находившихся на госпитальном обследовании по поводу пребывания на радиоактивно загрязненной

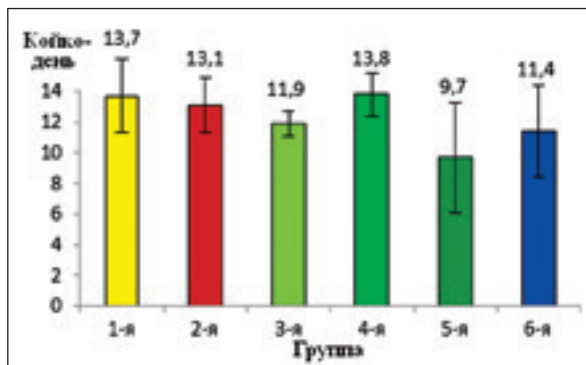


Рис. 7. Средние сроки обследования (лечения) военнослужащих – ЛПА на ЧАЭС.

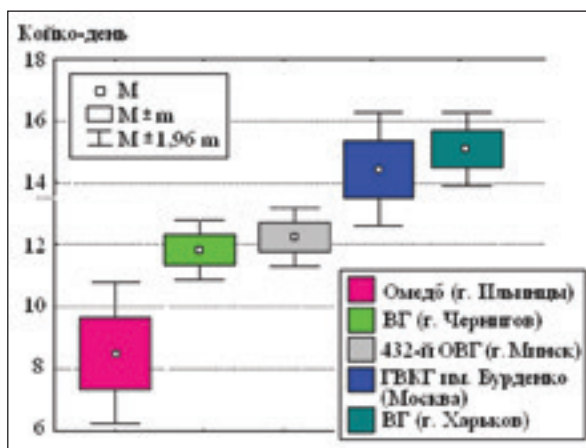


Рис. 8. Средние сроки обследования (лечения) военнослужащих в военно-медицинских учреждениях.



Рис. 9. Структура заключений обследования (лечения) у военнослужащих – ЛПА на ЧАЭС (стилистика и формулировка диагнозов, представленная в медицинских эпикризах, сохранены).

местности, выписаны без клинического диагноза (нами обозначены на рис. 9 как практически здоровые). Значимых соответствий дозы облучения и выраженности расстройств здоровья у проанализированных военнослужащих по историям болезней не выявлено.

По мнению лечащих врачей, клиническим исходом заболевания в общей группе было выздоровление в 11,7%, улучшение – в 61,8%, без динамики – в 26,5%. Более детально ис-



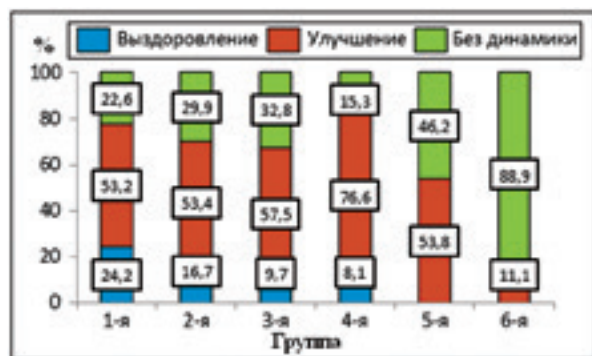


Рис. 10. Клинические исходы стационарного обследования (лечения) военнослужащих – ЛПА на ЧАЭС.

ходы обследования (лечения) в группах военнослужащих – ЛПА на ЧАЭС представлены на рис. 10.

### Заключение

Основной особенностью организации медицинской помощи военнослужащим – ликвидаторам последствий аварии на Чернобыльской АЭС оказалось то, что преобладающим поводом к госпитализации являлось обследование в связи с пребыванием на радиоактивно загрязненной местности в ближайший период с мая по ноябрь 1986 г. Доля таких пациентов составила около 80%. Длительность участия в ликвидации последствий аварии на ЧАЭС у военнослужащих была  $(29,0 \pm 1,1)$  сут, полученная доза облучения –  $(20,6 \pm 0,4)$  сГр. Корреляционная связь между указанными показателями значимая ( $r = 0,75$ ;  $p < 0,01$ ). При госпитализации военнослужащие предъявляли жалобы на общее ухудшение самочувствия (общую слабость, головную боль, головокружение, апатию) и поражение верхних дыхательных путей (першение в горле, кашель). К сожалению, отмечается нечастое использование госпитализированными военнослужащими средств индивидуальной защиты органов дыхания и кожи.

Показатели клеточного состава периферической крови у госпитализированных находились в пределах нормы, за исключением показателей уровня ретикулоцитов, средний уровень которых составил  $(32,3 \pm 1,5)\%$ , и незначительного повышения уровня тромбоцитов  $(367,9 \pm 12,8) \cdot 10^9/л$ .

Средний срок госпитализации военнослужащих составил  $(12,9 \pm 0,4)$  койко-дня. Выписаны без клинического диагноза (практически здоровы) 38,5% военнослужащих. Проведенное стационарное обследование и лечение позволили установить диагноз «внешнего пролонгированного сочетанного  $\gamma$ -,  $\beta$ -облу-

чения без клинико-гематологических проявлений» у 40,7% военнослужащих, «лучевой реакции с гематологическими проявлениями (тромбоцитоз, ретикулоцитоз)» – у 20,2%, «астенический синдром» – у 0,6%. Клинический исход госпитализации составил: 11,7% – выздоровление, 61,8% – улучшение и 26,5% – без динамики.

Анализ полученных результатов показывает наличие ряда достоверных клинических и медико-тактических показателей, характерных для военнослужащих – ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС. По данным специалистов в области радиационной медицины [3, 7, 8], близкие показатели отмечены и среди гражданских лиц, участвовавших в ликвидации последствий аварии. Результаты изучения их здоровья и сравнительный анализ показателей заболеваемости показали имеющиеся радиационные риски в зависимости от характера труда, использования средств защиты, формирования дозы облучения, что сопоставимо с полученными данными. Таким образом, независимо от ведомственной принадлежности участников ликвидации аварии на Чернобыльской АЭС общая характеристика их здоровья близка и сопоставима между собой.

Выявленные медико-статистические характеристики могут использоваться для моделирования сценариев по оказанию медицинской помощи при техногенных авариях и катастрофах.

### Литература

1. Белевитин А. Б., Корнюшко И. Г., Яковлев С. В. Исторические аспекты формирования Службы медицины катастроф Министерства обороны Российской Федерации // Воен.-мед. журн. 2011. № 4. С. 16–27.
2. Григорьев С. Г., Евдокимов В. И. Доказательная медицина: методология и состояние проблемы // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2008. № 3. С. 59–69.
3. Гуськова А. К., Баранов А. Е., Барабанова А. В. Основные эффекты облучения у пострадавших при аварии на Чернобыльской АЭС // Мед. радиология. 1987. Т. 32, № 12. С. 3–18.
4. Дьяченко А. А. Опыт ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС: деятельность государственных органов СССР 1986–1991 гг. : автореф. дис. ... д-ра ист. наук. М., 2002. 64 с.
5. Жилиев Е. Г., Мешков Н. А. Медицинское обеспечение войск в период ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС и основные направления научных исследований по профилактике отдаленных последствий. М., 1998. 126 с.



6. Комаров Ф. И., Чвырев В. Г. Вклад военных медиков в ликвидацию последствий Чернобыльской катастрофы // Воен.-мед. журн. 2006. № 4. С. 40–45.

7. Медицинские радиологические последствия Чернобыля: прогноз и фактические данные спустя 30 лет [монография] / под общ. ред. В. К. Иванова, А. Д. Каприна. М.: ГЕОС, 2015. 449 с.

8. Радиационная медицина : руководство : в 4 т. / под общ. ред. Л. А. Ильина. М. : ИздАТ, 2001. Т. 2 : Радиационные поражения человека / В. М. Абдуллаева [и др.] ; науч. ред. А. К. Гуськова, Г. Д. Селидовкин. 432 с.

9. Чиж И. М. Опыт медицинской службы Вооруженных Сил в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС // Воен.-мед. журн. 1996. № 6. С. 4–11.

10. Шелепов А. М., Лемешкин Р. Н., Гоголевский А. С. Организационные аспекты ликвидации медико-санитарных последствий чрезвычайных ситуаций : учеб. пособие. СПб. : ЦСИ, 2011. 268 с.

11. Шойгу С. К., Большова Л. А. Российский национальный доклад. 25 лет Чернобыльской аварии. Итоги и перспективы преодоления ее последствий в России. М. : МЧС России, 2011. 160 с.

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

Поступила 08.10.2015

**Для цитирования.** Лемешкин Р.Н., Григорьев С.Г., Евдокимов В.И., Русев И.Т. Медико-статистические характеристики военнослужащих, обратившихся за медицинской помощью при ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС в ближайший период // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2016. № 2. С. 16–24.

## Medico-statistical characteristics of the military personnel who sought medical care during mitigation of consequences of the Chernobyl NPP accident soon after the accident

Lemeshkin R.N.<sup>1</sup>, Grigoriev S.G.<sup>1</sup>, Evdokimov V.I.<sup>2</sup>, Rusev I.T.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Kirov Military Medical Academy (Academica Lebedeva Str., 6, St. Petersburg, 194044, Russia);

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

Roman Nikolaevich Lemeshkin – PhD Med. Sci., Associate Prof., Department of Organization and Tactics of a Health Service, Kirov Military Medical Academy (Russia, 194044, St. Petersburg, Academica Lebedeva Str., 6); e-mail: lemashkinroman@rambler.ru;

Stepan Grigoryevich Grigoriev – Dr. Med. Sci. Prof., Senior Research Associate of the research center; e-mail: gsg\_rj@mail.ru;

Vladimir Ivanovich Evdokimov – Dr. Med. Sci. Prof.; e-mail: 9334616@mail.ru;

Ilya Trifonovich Rusev – Dr. Med. Sci. Prof., Head of the Department of Public Health and Economy of Military Health Care; e-mail: jatros@mail.ru.

**Abstract.** Medical and statistical characteristics of case histories of 351 servicemen — liquidators of the Chernobyl Nuclear Power Plant (ChNPP) accident from May to November 1986 are presented. 79.5 % of them were admitted to military hospitals for examination related to a stay in the radioactively contaminated areas. Duration of participation in the liquidation of the Chernobyl accident consequences was  $(29.0 \pm 1.1)$  days, irradiation dose was  $(20.6 \pm 0.4)$  cGy. There was a significant ( $r = 0.75$ ;  $p < 0.01$ ) correlation between these parameters. On admission, the servicemen complained of a general deterioration of health and problems of upper respiratory tract (cough, sore throat). Peripheral blood cell counts were within the normal range, except for increased reticulocytes ( $32.3 \pm 1.5\%$ ) and the trend to increased platelets  $(367.9 \pm 12.8) \cdot 10^9/L$ . Duration of hospital stay was  $(12.9 \pm 0.4)$  bed-days. In-hospital examination and treatment made it possible to establish the diagnosis of «prolonged combined external  $\gamma$ - $\beta$ -irradiation without clinical and hematological manifestations» in 40.7 %, «radiation reaction with hematological manifestations (thrombocytosis, reticulocytosis)» – in 20.2 %, and «asthenic syndrome» – in 0.6 % of the servicemen. 38.5 % of servicemen were discharged without clinical diagnosis (apparently healthy). Clinical outcomes were as follows: 11.7 % – recovery, 61.8 % – improvement, and 26.5 % – without changes. Identified health statistical characteristics can be used to simulate medical assistance scenarios in the settings of man-made accidents and catastrophes.

**Keywords:** emergency, radiation accident, the Chernobyl nuclear power plant, the liquidator of the accident, radiation dose, military medicine, medical and statistical characteristics.

### References

1. Belevitin A.B., Korniyushko I.G., Yakovlev S.V. Istoricheskie aspekty formirovaniya Sluzhby meditsiny katastrof Ministerstva oborony Rossiiskoi Federatsii [Historical aspects of formation of Disaster Medicine Service of the Ministry of Defence of the Russian Federation]. *Voенно-медицинский журнал* [Military medical journal]. 2011. N 4. Pp. 16–27. (In Russ.)

2. Grigor'ev S.G., Evdokimov V.I. Dokazatel'naya meditsina: metodologiya i sostoyanie problemy [Evidence-based medicine: methodology and current situation]. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychainykh situatsiyakh* [Medical-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2008. N 3. Pp. 59–69.

3. Gus'kova A.K., Baranov A.E., Barabanova A.V. Osnovnye efekty oblucheniya u postradavshikh pri avarii na Chernobyl'skoi AES [The main effects of radiation in victims of the Chernobyl accident]. *Meditsinskaia radiologiya i radiatsionnaia bezopasnost* [Medical radiology and radiation safety]. 1987. Vol. 32. N 12. Pp. 3–18.

4. D'yachenko A.A. Opyt likvidatsii posledstviy katastrofy na Chernobyl'skoi AES: deyatel'nost' gosudarstvennykh organov SSSR 1986–1991 gg. [Experience of mitigation of consequences of accident at the Chernobyl NPP: activity of government bodies of the USSR over 1986–1991.]: Abstract dissertation PhD Historical Sci. Moskva. 2002. 64 p. (In Russ.)

5. Zhilyaev E.G., Meshkov N.A. Meditsinskoe obespechenie voisk v period likvidatsii posledstviy katastrofy na Chernobyl'skoi AES i osnovnye napravleniya nauchnykh issledovaniy po profilaktike otdalennykh posledstviy [Medical support of troops during mitigation of consequences of accident at the Chernobyl NPP and the main directions of scientific research to prevent the remote consequences.]. Moskva. 1998. 126 p. (In Russ.)

6. Komarov F.I., Chyryev V.G. Vklad voennykh medikov v likvidatsiyu posledstviy chernobyl'skoi katastrofy [The contribution of military doctors to the liquidation of Chernobyl catastrophe consequences]. *Voенно-медицинский журнал* [Military medical journal] 2006. N 4. Pp. 40–45. (In Russ.)

7. Meditsinskie radiologicheskie posledstviya Chernobylya: prognoz i fakticheskie dannye spustya 30 let [Medical radiological consequences of Chernobyl: the forecast and the actual data after 30 years]. Eds. V.K. Ivanov, A.D. Kaprin. Moskva. 2015. 450 p. (In Russ.)

8. Radiatsionnaya meditsina [Radiation medicine] in 4 Vol. Ed. L.A. Il'in. Moskva. 2001. T. 2: Radiatsionnye porazheniya cheloveka [Radiation-induced conditions in humans]. V.M. Abdullaeva [et al.]. Eds.: A.K. Gus'kova, G.D. Selidovkin. 432 p.

9. Chizh I.M. Opyt meditsinskoj sluzhby Vooruzhennykh Sil v likvidatsii posledstviy avarii na Chernobyl'skoi AES [The experience of the medical service of the Armed Forces in the cleanup of the aftereffects of the accident at the Chernobyl Atomic Electric Power Station]. *Voенно-медицинский журнал* [Military medical journal] 1996. N 6. Pp. 4–11. (In Russ.)

10. Shelepov A.M., Lemeshkin R.N., Gogolevskii A.S. Organizatsionnye aspekty likvidatsii mediko-sanitarnykh posledstviy chrezvychainykh situatsii [Organizational aspects of elimination of medical and sanitary consequences of emergency situations]. Sankt-Peterburg. 2011. 268 p. (In Russ.)

11. Shoigu S.K., Bol'shova L.A. Rossiiskii natsional'nyi doklad. 25 let Chernobyl'skoi avarii. Itogi i perspektivy preodoleniya ee posledstviy v Rossii [Russian national report. 25 years after the Chernobyl accident. Results and prospects of overcoming its consequences in Russia]. Moskva. 2011. 160 p. (In Russ.)

Received 08.10.2015

**For citing.** Lemeshkin R.N., Grigoriev S.G., Evdokimov V.I., Rusev I.T. Mediko-statisticheskie kharakteristiki voennosluzhachikh, obrativshikhsya za meditsinskoj pomoshch'yu pri likvidatsii posledstviy avarii na Chernobyl'skoi AES v blizhaishii period. *Med.-biol. i sots.-psikh. probl. bezopasnosti v chrezv. situatsiyakh*. 2016. N 2. Pp. 16–24. (In Russ.)

Lemeshkin R.N., Grigoriev S.G., Evdokimov V.I., Rusev I.T. Medico-statistical characteristics of the military personnel who sought medical care during mitigation of consequences of the Chernobyl NPP accident soon after the accident. *Medical-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2016. N 2. Pp. 16–24.



Захарченко М. П., Алексанин С. С., Клинецвич Г. Н. Радиация, экология, здоровье [монография]. – 3-е изд., доп. и перераб. – СПб. : Крисмас+, 2016. – 664 с.

ISBN 978-5-89495-238-3. Тираж 2000 экз.

Авторский коллектив: Захарченко М. П., Алексанин С. С., Клинецвич Г. Н., Андреев А. А., Астафьев О. М., Бацков С. С., Берзин И. А., Бычкова Н. В., Вишнякова Н. М., Гофман В. Р. и др.

В монографии, посвященной 30-летию аварии на Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС), изложены материалы по обеспечению радиационной безопасности населения. Представлены современные данные, связанные с биологическим воздействием радиационного фактора, профилактикой возникновения и развития донозологических и патологических состояний при возникновении радиационных аварий, коррекцией состояния здоровья, применением пептидных биорегуляторов при воздействии ионизирующего излучения, радиационной защитой при медицинском диагностическом облучении, соматической патологией и ее коррекцией у ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС, дана характеристика негативной компоненты здоровья

у ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС в отдаленном периоде.

Монография предназначена для организаторов здравоохранения, врачей профилактического и клинического профиля, специалистов атомных электростанций, других учреждений, связанных с изучением ионизирующих излучений, студентов медицинских вузов, широкого круга читателей.

## СЛУХОВАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ ПОСТРАДАВШИХ С ПОСЛЕДСТВИЯМИ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВЫХ ТРАВМ, СОЧЕТАННЫХ С ТРАВМАМИ УХА

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

С целью оценки эффективности комплекса слуховой реабилитации проанализированы результаты лечения 25 пациентов (32 наблюдения) после реконструктивных операций на ухе. Пациентам экспериментальной группы (12 наблюдений) с последствиями черепно-мозговых травм, сочетанных с травмами уха, в послеоперационном периоде проводился комплекс слуховой реабилитации, который включал в себя слуховую тренировку и электростимуляцию языка. Контрольную группу (20 наблюдений) составили пациенты после хирургического лечения хронической патологии уха. Помимо показателей пороговой тональной аудиометрии, оценивали уровень разборчивости речи на комфортном уровне громкости в тишине и на фоне речевой помехи с отношением сигнал/шум 0 дБ. Начало реабилитации осуществлялось через 1 мес после операции. Слуховая тренировка представляла собой прослушивание записанной речи. Неинвазивная нейромодуляция осуществлялась посредством электростимуляции языка с помощью аппарата «BrainPort». Реабилитационный комплекс проводился дважды в день по 20 мин в течение 10 сут. Динамика показателей слуховой функции оценивалась до операции, перед началом курса слуховой реабилитации, по завершению курса, через 3 и 12 мес после операции. Через 1 мес после операции получена прибавка слуха у пациентов обеих групп ( $p < 0,01$ ) за счет улучшения восприятия звуков по воздуху. После завершения курса слуховой реабилитации показатели пороговой тональной аудиометрии в обеих группах не изменились ( $p > 0,05$ ), но в 11 наблюдениях (91,7 %) экспериментальной группы отмечено улучшение разборчивости речи ( $p < 0,01$ ) при сохранении этого показателя на прежнем уровне у лиц контрольной группы ( $p > 0,05$ ). Через 3 мес после операции получена прибавка слуха у пациентов обеих групп при исследовании порогов слышимости как по воздуху, так и по кости ( $p < 0,05$ ), а также увеличение уровня разборчивости речи ( $p < 0,01$ ). Через 12 мес показатели слуха практически не изменились и остались на уровне 3 мес ( $p > 0,05$ ). Таким образом, можно утверждать, что сенсорный компонент тугоухости, возникающий в слуховой системе после черепно-мозговой травмы, является следствием центральных нарушений, имеет обратимый характер и может быть частично устранен в результате реконструктивной операции на ухе и в последующем на этапе реабилитации. Предлагаемый метод комбинированной слуховой реабилитации позволяет повысить эффективность лечения пострадавших с последствиями черепно-мозговых травм, сочетанных с травмами уха.

Ключевые слова: черепно-мозговая травма, тугоухость, тимпанопластика, речевая аудиометрия, нейропластичность, слуховая система, неинвазивная нейромодуляция.

### Введение

В настоящее время последствия травмы головы являются основной причиной инвалидизации гражданского населения и военнослужащих. Нарушения слуха различной степени тяжести развиваются у 15% пострадавших с травмой головы в мирное время и до 60% – вследствие минно-взрывных ранений, полученных в ходе современных военных конфликтов [3, 4, 10]. Таким образом, проведение эффективной реабилитации пострадавших с нарушениями слуха является актуальной задачей.

Хирургическое лечение, предусматривающее восстановление поврежденной в результате травмы барабанной перепонки и ossicularной системы, является эффективным

средством коррекции кондуктивной тугоухости. Сообщается о хороших функциональных результатах лечения пациентов с дислокацией и разрывом цепи слуховых косточек, устранения рубцово-спаечного процесса, пластики перилимфатической фистулы лабиринта. Однако наличие сенсорного компонента тугоухости вследствие контузионных поражений слуховой системы ограничивает возможности хирургической коррекции слуховых нарушений, и результаты реконструктивных операций на ухе остаются не всегда полностью удовлетворительными. В таких случаях единственным методом компенсации сенсорной потери слуха является слухопротезирование.

Эффективность коррекции слуховых нарушений даже с помощью современных слухо-

Сыроежкин Федор Анатольевич – канд. мед. наук, докторант каф. отоларингологии Воен.-мед. акад. им. С. М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6), e-mail: sir\_fedor@mail.ru;

Морозова Мария Владимировна – зав. акустико-вестибулярной лаб. клиники отоларингологии Воен.-мед. акад. им. С. М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6), e-mail: maria.v.morozova@gmail.com.

вых аппаратов невысока и может значительно снижаться по причине различного восприятия тональных и речевых звуков, когда повышение интенсивности звукового сигнала не вызывает улучшения разборчивости речи. Считается, что невозможность достижения 100% разборчивости речи при максимальной интенсивности сигнала объясняется наличием феномена ускоренного нарастания громкости, т.е. нарушениями, имеющими место на уровне рецепторного аппарата внутреннего уха. Также было показано, что различия в тональном и речевом слухе являются характерным признаком центральных нарушений слуха [5]. В силу значительной противоречивости результатов надпороговых тестов и невозможности выявления каких-либо четких аудиологических особенностей, характерных исключительно для периферического поражения слуховой системы, некоторые авторы стали рассматривать кохлеопатии как морфологический субстрат всех слуховых расстройств, отводя процессам в улитке главенствующую роль, а возможные последующие нарушения в центральных отделах слуховой системы – лишь результаты дегенеративных процессов, происходящих на кохлеарном уровне [1].

Другие авторы, опираясь на результаты исследований, выполненных с помощью современных методов нейровизуализации, считают деление слуховых нарушений на периферические и центральные в силу пластичности слуховой системы неверным [8]. Таким образом, «центральный» компонент тугоухости может присутствовать при различных заболеваниях уха, сопровождающихся тугоухостью, и функциональные результаты слухоулучшающих операций зависят не только от качества выполнения реконструктивного этапа, но и состояния центральных отделов слуховой системы.

Работы различных авторов последних лет показывают, что функциональный дефицит при некоторых неврологических нарушениях восполним благодаря включению компенсаторно-восстановительных механизмов головного мозга. Одним из основных процессов при этом является нейропластичность, под которой подразумевается способность центральной нервной системы к реорганизации за счет структурных изменений в веществе мозга [2].

В настоящее время особую актуальность приобретают исследования по разработке инструментов управления этими процессами, что в перспективе позволит значительно улучшить исходы восстановительного лечения заболеваний, сопровождающихся различными функ-

циональными расстройствами, в том числе сенсорными нарушениями. В слуховой системе проявления нейропластичности обнаруживаются при длительной слуховой депривации (например в случае прогрессирующей сенсоневральной тугоухости) или, наоборот, после восстановления слуховой функции (например, в случаях слухопротезирования или кохлеарной имплантации) [14]. Также было отмечено, что слуховая тренировка может потенцировать механизмы нейропластичности [9], что является актуальным для повышения эффективности слуховой реабилитации.

Другим методом неспецифической индукции нейропластичности, получившим известность в последнее время, является технология неинвазивной нейромодуляции [13]. В основе метода находится электро-тактильная стимуляция рецепторов языка электрическими стимулами, по своим характеристикам схожими с нервными импульсами основных нервных путей в центральной нервной системе. Стимуляция осуществляется посредством пластины со встроенными электродами (всего 121 электрод), которая устанавливается на переднюю поверхность языка. Во время стимуляции происходит одновременное раздражение язычного нерва (ветвь V пары черепных нервов) и барабанной струны (ветвь VII пары черепных нервов) с последующим возбуждением в соответствующих ядрах ствола мозга (сенсорная часть тройничного ядра и ядро солитарного тракта). В дальнейшем, как предполагается, происходит долгосрочное потенцирование компенсаторно-восстановительных механизмов различных структурно-функциональных элементов ствола мозга и вышерасположенных центров.

*Цель исследования* – оценка эффективности слуховой реабилитации после реконструктивных операций на ухе у пострадавших с последствиями черепно-мозговых травм, сочетанных с травмами уха.

### **Материал и методы**

Обследовали 25 человек, из них 11 военнослужащих. Средний возраст пациентов был 45 лет (от 18 до 56 лет). Для оценки эффективности комплекса слуховой реабилитации сформировали 2 группы:

– в экспериментальную группу (ЭГ) вошли пациенты, у которых черепно-мозговая травма в анамнезе сочеталась с травмой уха и формированием впоследствии хронического среднего отита, а также пациенты, страдающие заболеваниями уха на момент получения травмы,



у которых слуховая функция в результате травмы ухудшилась (10 человек, 12 наблюдений);

– группу контроля (КГ) составили пациенты после хирургического лечения хронической патологии уха (15 человек, или 20 наблюдений).

В связи с тем, что 2 пациентам из ЭГ и 5 пациентам из КГ оперативное вмешательство было выполнено поэтапно на обоих ушах, результаты лечения оценивались по числу клинических наблюдений (ушей). Критерием включения пациентов в исследование явилось наличие у них сенсорного компонента тугоухости. Выполнение этого условия требовало допущения того, что функциональные расстройства на уровне центральных структур слуховой системы после черепно-мозговой травмы влияют на помехоустойчивость слуховой системы и определяют снижение разборчивости речи. В этой связи для оценки изменений состояния центральных отделов слуховой системы использовалось исследование разборчивости речи в условиях речевых помех.

В ЭГ вошли пациенты с хроническим средним отитом (9 наблюдений), дислокацией слуховых косточек/разрывом оссикулярной цепи (2 наблюдения), перилимфатической фистулой лабиринта (1 наблюдение). Давность черепно-мозговой травмы к моменту этапа хирургического вмешательства на ухе была от 1 года до 7 лет. В зависимости от этого параметра структура обследованных пациентов выглядела следующим образом: до 1 года – 1 человек, 1–3 года – 7 человек, 3–7 лет – 2 человека. Основными причинами черепно-мозговой травмы были дорожно-транспортные происшествия (4 человека), бытовые травмы (3 человека), ранения из травматического оружия (2 человека), минно-взрывные ранения (1 человек).

У всех пациентов ЭГ диагностировали черепно-мозговую травму легкой степени (сотрясение головного мозга либо ушиб головного мозга легкой степени). У 5 человек травма сопровождалась переломом основания черепа (переломом височной кости). Все пациенты ЭГ на момент хирургического вмешательства были неврологически компенсированы, динамически наблюдались у невролога и не требовали дополнительного лечения. На хирургическом этапе коррекции слуховых нарушений выполняли следующие реконструктивные вмешательства на ухе: мирингопластику (2 наблюдения), оссикулопластику (3 наблюдения), пластику перилимфатической фистулы лабиринта (1 наблюдение); в остальных случаях (6 наблюдений) производили тимпанопластику, включающую восстановление как

барабанной перепонки, так и трансформационного аппарата среднего уха.

КГ составили пациенты, имеющие хронические заболевания уха: отосклероз (10 наблюдений) и хронический средний отит (5 наблюдений). Давность заболевания у пациентов контрольной группы была менее 1 года (3 наблюдения), 1–3 года (12 наблюдений), 3–7 лет (3 наблюдения) и более 7 лет (2 наблюдения). Выполняли поршневую стапедопластику (15 наблюдений), тимпанопластику (3 наблюдения) и тимпанопластику с мастоидопластикой (2 наблюдения).

Обследование пациентов, помимо общего осмотра ЛОР-органов, предполагало отоскопию под микроскопом, пороговую тональную аудиометрию, импедансометрию и исследование разборчивости речи, которую проводили на комфортном уровне громкости в тишине и на фоне речевой помехи с отношением сигнал/шум 0 дБ (на одном уровне звуковой энергии). В качестве фонетического материала использовали фонетически сбалансированные односложные слова из списка, разработанного в лаборатории слуха и речи Первого Санкт-Петербургского медицинского университета им. акад. И.П. Павлова, в качестве речевой помехи – отрывки аудиотекста, подаваемые ипсилатерально через головной телефон аудиометра, после предварительной калибровки уровня предъявляемых сигналов. При необходимости противоположное ухо заглашалось белым шумом. Результаты оценивали в процентах, как отношение правильно повторенных слов к общему количеству предъявленных слов.

Динамику показателей слуховой функции после операции оценивали в следующие сроки: до начала курса слуховой реабилитации (через 1 мес после операции), по завершению курса, через 3 и 12 мес после операции. Для исключения влияния изменений уровня слуха в послеоперационном периоде, связанного с восстановлением механизма звукопроведения, сравнения показателей разборчивости речи в динамике проводили на уровне громкости, рассчитанном по формуле:

$$УГ_i = ВП_i + (УКГ_0 - ВП_0),$$

где УГ<sub>i</sub> – рассчитываемый уровень громкости для i-го исследования;

ВП<sub>i</sub> – средний порог восприятия речевых частот (0,25 кГц, 0,5 кГц, 1 кГц и 2 кГц) по воздуху в i-м исследовании;

УКГ<sub>0</sub> – уровень комфортной громкости до операции;

ВП<sub>0</sub> – средний порог восприятия речевых частот до операции.

Комплекс слуховой реабилитации включал в себя слуховую тренировку, проводимую одновременно с электротактильной стимуляцией языка. Начало реабилитации осуществляли через 1 мес после операции, т. е. при наступлении гистологических сроков заживления в среднем ухе и завершении процессов восстановления гидродинамики внутреннего уха. Слуховая тренировка представляла собой прослушивание записанной речи, подаваемой через головной телефон аудиометра на прооперированное ухо, в условиях речевой помехи. Акустическим материалом полезного сигнала и речевой помехи являлись отрывки различных текстов, зачитываемых дикторами, причем аудиофрагменты в каждом сеансе меняли для уменьшения фактора догадки. Интенсивность акустической стимуляции подбирали для каждого пациента индивидуально и регулировали перед каждым сеансом по следующему принципу: полезный сигнал подавался на комфортной громкости, речевая помеха – на том же уровне. Электротактильную стимуляцию языка проводили с помощью аппарата для вестибулярной реабилитации «BrainPort» (фирма «WiCab», США). Использовали его внутриротовой электродный дисплей как генератор электрических импульсов. Интенсивность стимуляции подбирали перед каждым сеансом до ощущения пощипывания на языке по типу «пузырьков шампанского». Реабилитационный комплекс проводили дважды в день по 20 мин. Общая продолжительность исследования составляла 10 сут.

Проведение работы одобрено этическим комитетом при Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова (протокол № 143 от 24.12.2013 г.).

Статистическую обработку проводили с помощью программы Statistica 6.0 на персональном компьютере. Для проверки характера распределения исследуемых признаков в группах использовался  $W$ -тест Шапиро–Уилка. Распределение показателей разборчивости речи не соответствовало закону нормального распределения, поэтому сравнение между группами проводилось с помощью непараметрических методов статистики. В тексте представлены медиана и интерквартильный размах.

### Результаты и их анализ

Анализ жалоб показал, что, помимо снижения слуха, пациентов беспокоили ушной шум (1 наблюдение), шум в голове (2 наблюдения), головокружение (5 наблюдений), нарушение

походки и равновесия (4 наблюдения), головная боль (2 человека) и нарушения сна (1 человек). Указанные жалобы, за исключением ушного шума, присутствовали непостоянно и были проявлениями последствий черепно-мозговой травмы. Предоперационные данные отоскопии соответствовали нозологическим формам, по поводу которых пациенты получали хирургическое лечение. По степени и виду тугоухости пациенты распределились следующим образом: I степень тугоухости – 4 наблюдения, II степень тугоухости – 12 наблюдений, III степень тугоухости – 9 наблюдений, IV степень тугоухости – 7 наблюдений; смешанная тугоухость – 29 наблюдений, перцептивная тугоухость – 3 наблюдения. В связи с наличием дефектов барабанной перепонки в 14 наблюдениях тимпанометрия и исследование акустического рефлекса не проводились. А-тип тимпанометрических кривых зарегистрирован в 10 случаях, AS-тип – в 5, AD-тип – в 2 и C-тип – в 1 случае. Акустический рефлекс отсутствовал в 16 наблюдениях.

Через 1 мес после операции получена прибавка слуха у пациентов обеих групп ( $p < 0,01$ ), которая отражалась в уменьшении порогов слышимости по воздуху и, соответственно, сокращении костно-воздушного интервала. Всего в обеих группах улучшение слуха отмечалось в 30 наблюдениях (95,6%). У 2 пациентов (6,7%) слух не изменился. У 3 пациентов (9%) имелись признаки снижения порогов восприятия звуков по кости на различных частотах, однако, анализ динамики этого параметра не показал существенных отличий от его дооперационного уровня ( $p > 0,05$ ).

После завершения курса слуховой реабилитации (на 40-е сутки после операции) оценка слуха, по данным пороговой тональной аудиометрии, показала, что аудиометрические характеристики у пациентов обеих групп не различались между собой и соответствовали уровням на момент начала эксперимента. Следует отметить, что в 10 наблюдениях ЭГ зафиксирован сдвиг порогов восприятия звуков по кости на некоторых частотах, однако эти изменения не оказали влияния на величину усредненного уровня восприятия по кости в этой группе при сравнении с КГ ( $p > 0,05$ ).

Через 3 мес после операции получена прибавка слуха у пациентов обеих групп при исследовании порогов слышимости как по воздуху, так и по кости ( $p < 0,05$ ). Воздушные пороги понизились в 9 наблюдениях (75%) ЭГ и в 15 наблюдениях (75%) КГ. Вместе с тем, значения костно-воздушного интервала оста-

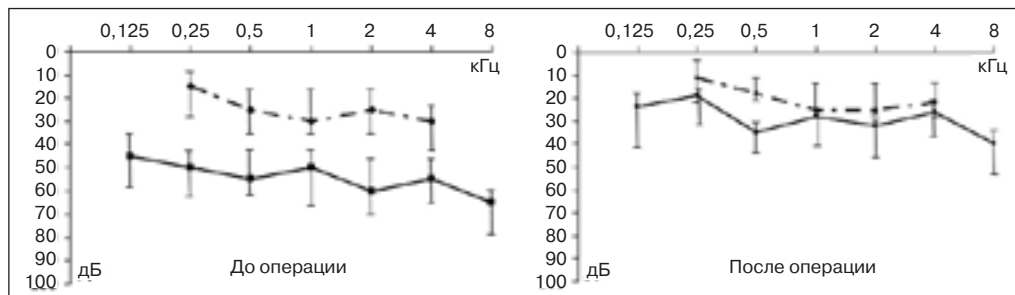


Рис. 1. Динамика показателей тональной аудиометрии до операции и через 3 мес после операции.

лись на прежнем уровне ( $p > 0,05$ ). Проведенное сравнение усредненных показателей слышимости звука между группами показало отсутствие различий по уровню восприятия звуков по воздуху ( $p > 0,05$ ), однако восприятие по кости было лучше у пациентов экспериментальной группы за счет большего диапазона частот, на которых отмечено улучшение слуховой функции ( $p < 0,05$ ).

Через 12 мес после операции проведена оценка данных отоскопии. Признаки реперфорации барабанной перепонки были зафиксированы в 1 случае (3%) в ЭГ, латерализация неотимпанальной мембраны присутствовала в 2 наблюдениях (6,3%) в КГ. Импендансометрические характеристики стали доступны у большинства пациентов: тип А тимпанометрических кривых зарегистрирован в 17 наблюдениях (78%), As-тип – в 14. Акустический рефлекс появился у 2 пациентов после ossiculoplasty, у которых он отсутствовал до операции. Усредненные показатели костной и воздушной проводимости практически не изменились и остались на уровне 3 мес. При сравнении между группами отличий в тональном пороговом восприятии звуков не получено. Динамика показателей тональной аудиометрии до операции и через 3 мес после операции представлена на рис. 1.

Моноуральная разборчивость речи в тишине на комфортном уровне громкости до операции составляла 75% (70–80). Наименьшие ее показатели были у пациентов с длительностью заболевания более 7 лет – 65% (60–70). Разборчивость речи на фоне помехи находилась на уровне 55% (45–65), и худшие ее показатели были также у пациентов с длительностью заболевания более 7 лет.

Через 1 мес после операции в 4 наблюдениях в ЭГ и 7 наблюдениях в КГ отмечалась прибавка разборчивости речи в тишине. В обеих группах уровень этого показателя составил 75% (75–80), однако, в сравнении с дооперационным значением различий по этому показателю не получено ( $p > 0,05$ ). Та-

кая же динамика наблюдалась и при исследовании разборчивости речи в шуме. Несмотря на улучшение в 3 наблюдениях в ЭГ и в 5 наблюдениях в КГ, при сравнении с исходными значениями достоверных различий получено не было.

По окончании курса слуховой реабилитации анализ разборчивости речи показал ее улучшение в 11 наблюдениях (91,7%) ЭГ как в тишине, так и на фоне помехи ( $p < 0,01$ ), которая составила 80 (70–85) и 60% (50–70) соответственно. Состояние разборчивости речи у пациентов КГ не изменилось ( $p > 0,05$ ). Динамика разборчивости речи до и после реабилитационного курса представлена на рис. 2.

Через 3 мес получено увеличение уровня разборчивости речи как в тишине, так и на фоне предъявления помехи у лиц обеих групп: в 5 (41,7%) наблюдениях в ЭГ и в 7 (35%) – в КГ. В ЭГ среднее ее значение составило 85% (75–85) в тишине и 65% (55–70) на фоне помехи, что было выше ( $p < 0,05$ ), чем у пациентов КГ (80 и 60% соответственно). В целом ее уровень составил 80 (70–85) и 65% (50–70)

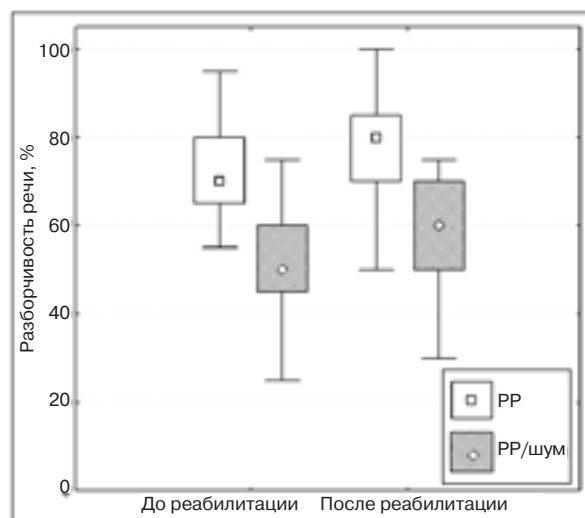


Рис. 2. Динамика показателей разборчивости речи (PP) у пациентов ЭГ до и после окончания курса слуховой реабилитации.

соответственно, что наблюдалось в 11 наблюдениях (34,4 % от общего количества).

Исследование разборчивости речи через 12 мес показало уменьшение ее показателей в шуме у лиц ЭГ, однако в тишине этот показатель не изменился по сравнению со значением, полученным через 3 мес после операции. У пациентов КГ показатели разборчивости речи также не изменились. Межгрупповое сравнение показало наличие различия только по уровню разборчивости речи в тишине за счет более высокого ее уровня у пациентов ЭГ ( $p < 0,05$ ).

Слуховые нарушения в структуре патологии, сопровождающие черепно-мозговую травму, занимают одно из ведущих мест. Основными последствиями со стороны слуховой системы являются повреждения структур уха, определяющие нарушения звукопроводения, и центральные расстройства слуха, являющиеся причиной сенсорных расстройств. Устранение кондуктивного компонента тугоухости является одной из главных целей реконструктивных операций на ухе.

В нашем исследовании слухоулучшающий эффект, полученный практически у всех пациентов через 1 мес после операции, проявлялся в снижении порогов восприятия звуков по воздуху, что свидетельствует о хорошем функциональном результате проведенного хирургического этапа, т. е. восстановлении механизма звукопроводения. Однако состояние костной проводимости и разборчивости речи на этом сроке наблюдения не изменились и, в целом, не отличались от дооперационных значений. Исходя из того, что оперативное вмешательство предусматривало коррекцию состояния звукопроводения, ожидать изменений со стороны состояния костной проводимости можно было только в случае нормализации изначально нарушенной гидродинамики внутреннего уха. Такие предпосылки могли быть в случаях, например, функциональной блокады круглого окна, которая является причиной нарушения механизмов звукопроводения во внутреннем ухе. Исходя из анализа данных протоколов операций, различные варианты посттравматических изменений в области ниши круглого окна присутствовали в 10 наблюдениях (31,3%). Однако снижение костных порогов восприятия звука были зафиксированы лишь в 3 случаях, что не повлияло на уровень костной проводимости у обследованных пациентов через 1 мес после операции.

Разборчивость речи, как интегративный показатель состояния слуха, у обследован-

ных пациентов до операции имела более низкий уровень у пациентов с длительностью заболевания более 3 лет. Отсутствие различий по этому показателю у пациентов с длительностью заболевания менее 1 года и от 1 года до 3 лет свидетельствует об однородности состояния центральных отделов слуховой системы у пациентов с нарушением слуха до 3-летнего срока. Наименьшие показатели разборчивости речи были получены у пациентов с длительностью заболевания более 7 лет, которые были ниже даже при сравнении с пациентами, у которых длительность заболевания была от 3 до 7 лет. Таким образом, можно утверждать, что в срок до 3 лет компенсаторные механизмы слуховой системы позволяют стабилизировать эффекты слуховой депривации, однако впоследствии появляются признаки сенсорных нарушений слуховой системы центрального уровня.

Показатели разборчивости речи в тишине через 1 мес после операции изменились в большую сторону у части пациентов, но, в целом, не отличались от исходных показателей, что свидетельствует об отсутствии каких-либо функциональных изменений на центральном уровне слуховой системы. Таким образом, через 1 мес после слухоулучшающих операций основной функциональный эффект определялся состоянием трансформационного механизма среднего и внутреннего уха. Каких-либо функционально значимых изменений в слуховых центрах на этом сроке, несмотря на восстановление или увеличение сенсорного потока звуковой информации, не происходило.

Через 3 мес после операции почти у  $\frac{1}{3}$  пациентов, помимо улучшения слухового восприятия по воздуху, получена прибавка слуха при исследовании костной проводимости и разборчивости речи. Отсутствие существенных изменений уровня костно-воздушного интервала свидетельствует, в целом, о завершенности процессов адаптации элементов трансформационного аппарата среднего и внутреннего уха к вновь созданным анатомическим условиям. На этом сроке также маловероятно ожидать наличия каких-либо процессов, связанных с дальнейшим улучшением гидродинамики внутреннего уха. Полученная прибавка разборчивости речи у пациентов обеих групп свидетельствует об участии общих компенсаторно-восстановительных процессов, которые, вероятно, реализуются, в том числе, и на уровне слуховых центров головного мозга. Свидетельством этого являет-



ся возросшая помехоустойчивость слуховой системы у более чем  $\frac{1}{3}$  пациентов, что проявилось в улучшении разборчивости речи на фоне речевой помехи. Восстановление этого свойства слуховой системы возможно благодаря функциональным изменениям на уровне высших интегративных центров слуховой системы, так как облегчение обработки звукового сигнала, поступающего со спектральными искажениями, обеспечивается различными компенсаторными механизмами слуховой системы за счет большой ее пластичности. Похожие данные получены при исследовании пациентов, страдающих отосклерозом в течение длительного времени, когда при исходном низком уровне слуха после стапедопластики наблюдался рост разборчивости речи почти на 33% на протяжении 2-летнего срока наблюдения [7].

Обнаруженный нами эффект слуховой тренировки у пациентов с последствиями сочетанных черепно-мозговых травм проявлялся в улучшении разборчивости речи как в тишине, так и на фоне речевой помехи, что, возможно, свидетельствует об индукции механизмов нейропластичности в слуховой системе. Другие механизмы улучшения показателей слуховой функции на этом сроке послеоперационного периода маловероятны, так как восстановление слухового восприятия на уровне рецепторов внутреннего уха возможно только при участии эфферентных влияний со стороны центров слуховой системы. Дополнительным аргументом в пользу центрального уровня функциональных изменений в слуховой системе может стать факт увеличения разборчивости речи не только в тишине, но и на фоне речевой помехи, что свидетельствует о возросшей помехоустойчивости слуховой системы.

Кроме того, отсутствие динамики состояния слуха, по данным речевой аудиометрии, у лиц КГ исключает спонтанный механизм восстановления слуха за период слуховой реабилитации. Эффект слуховой тренировки получен при исследовании организации корковых полей слуховой системы в экспериментах на животных [11] и у людей [12], что указывает на возможность быстрой индукции механизмов нейропластичности в слуховой системе посредством этого подхода и достаточно продолжительное сохранение ее эффекта. В настоящее время слуховую тренировку рассматривают как неотъемлемый элемент слуховой реабилитации, который повышает эффективность слухопротезиро-

вания как с помощью слуховых аппаратов, так и с помощью кохлеарных имплантатов [6]. Полученные в нашем исследовании данные позволяют рассматривать слуховую тренировку в условиях неинвазивной нейромодуляции как перспективное средство слуховой реабилитации для пострадавших с последствиями черепно-мозговых травм, имеющих слуховые нарушения.

### Выводы

1. Пациенты с хирургической патологией уха, сопровождающейся тугоухостью более 3 лет, имеют признаки ухудшения звуковосприятия за счет эффектов сенсорной депривации в слуховой системе, проявляющиеся в снижении разборчивости речи на фоне речевой помехи.

2. Сенсорный компонент тугоухости у таких пациентов определяется, в том числе, центральными нарушениями в слуховой системе, имеет обратимый характер и может быть частично устранен в результате слухоулучшающей операции, а также в послеоперационном периоде.

3. Комплекс слуховой тренировки, проводимой в условиях неинвазивной нейромодуляции, позволяет достичь улучшения функциональных результатов слухоулучшающих операций за счет индукции механизмов нейропластичности в слуховой системе, что проявляется улучшением разборчивости речи в тишине и на фоне речевых помех.

### Литература

1. Говорун М.И., Гофман В.Р., Парфенов В.Е. Кохлеопатии. СПб.: ВМедА, 2003. 173 с.
2. Живолупов С.А., Самарцев И.Н., Сыроежкин Ф.А. Современная концепция нейропластичности (теоретические аспекты и практическая значимость) // Журн. неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2013. № 10. С. 102–108.
3. Захаров Ю.М., Цыган В.Н., Тыренко В.В. [и др.]. Перспективы использования современных информационных технологий в обработке медицинской информации о раненых и больных на основании опыта Великой Отечественной войны и боевых действий в Афганистане // Вестн. Рос. воен.-мед. акад. 2015. № 2. С. 210–216.
4. Миронов В.Г., Григорьев С.Г., Евдокимов В.И., Гаврилов Е.К. Анализ боевых повреждений ЛОР-органов у военнослужащих при проведении контртеррористической операции на Северном Кавказе (1999–2002 гг.) // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2015. № 2. С. 61–67.
5. Симеонов К.В. Особенности нарушения коркового отдела слухового анализатора при функ-

циональных расстройств // Вестн. оториноларингологии. 1976. № 4. С. 37–39.

6. Henshaw H., Ferguson M.A. Efficacy of individual computer-based auditory training for people with hearing loss: a systematic review of the evidence // PLoS One. Public Library of Science, 2013. Vol. 8, N5. P. e62836.

7. Lippy W.H., Burkey J.M., Arkis P.N. Word recognition score changes after stapedectomy for far advanced otosclerosis. // Am. J. Otol. 1998. Vol. 19, N1. P. 56–58.

8. Møller A.R. Neural plasticity and disorders of the nervous system. Cambridge University Press. 2006. 394 p.

9. Musiek F., Shinn J., Hare C. Plasticity, Auditory Training, and Auditory Processing Disorders // Semin. Hear. 2002. Vol. 23, N 4. P. 263–275.

10. Oleksiak M. [et al.] Audiological issues and hearing loss among Veterans with mild traumatic

brain injury // J. Rehabil. Res. Dev. 2012. Vol. 49, N7. P. 995–1004.

11. Recanzone G.H., Schreiner C.E., Merzenich M.M. Plasticity in the frequency representation of primary auditory cortex following discrimination training in adult owl monkeys // J. Neurosci. 1993. Vol. 13, N1. P. 87–103.

12. Weinberger N.M. New perspectives on the auditory cortex: learning and memory // Handb. Clin. Neurol. 2015. Vol. 129. P. 117–147.

13. Wildenberg J.C. [et al.] Sustained cortical and subcortical neuromodulation induced by electrical tongue stimulation // Brain Imaging Behav. 2010. Vol. 4, N3/4. P. 199–211.

14. Willott J.F. Physiological plasticity in the auditory system and its possible relevance to hearing aid use, deprivation effects, and acclimatization // Ear Hear. 1996. Vol. 17, N3, Suppl. P. 66–77.

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

Поступила 15.12.2015

**Для цитирования.** Сыроежкин Ф.А., Морозова М.В. Слуховая реабилитация пострадавших с последствиями черепно-мозговых травм, сочетанных с травмами уха // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2016. № 2. С. 25–33.

## Auditory rehabilitation in head-injured patients

Syroezhkin F.A., Morozova M.V.

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

Fedor Anatolyevich Syroezhkin – PhD Med. Sci., Doctorate student of the Department of Otolaryngology; e-mail: sir\_fedor@mail.ru;

Maria Vladimirovna Morozova – Audiologist of the Department of Otolaryngology; e-mail: mariia.v.morozova@gmail.com.

**Abstract.** 25 patients (32 ears) were examined to evaluate the effectiveness of auditory rehabilitation after ear surgery. Patients of experimental group with head injury in the past (12 cases) received comprehensive auditory rehabilitation including auditory training combined with non-invasive neuromodulation by electro tactile stimulation on the tongue. Control group consisted of 20 patients after ear surgery without any treatment. Pure tone audiometry and speech-in-noise auditory tests with signal-noise ratio of 0 dB were used. Rehabilitation began 1 month after surgery. Auditory training represented a listening to audio scripts which contained speech fragments. Non-invasive neuromodulation was performed via electro tactile stimulation on the tongue with BrainPort device. Rehabilitation was performed twice a day for 20 min over 10 days. Hearing levels were estimated before surgery, and 1, 3 and 12 months after surgery. There was a hearing gain in majority of patients from both groups 1 month after surgery due to improved air conduction ( $p < 0.01$ ). After auditory rehabilitation, pure tone levels did not change in both groups ( $p > 0.05$ ), and word recognition improved in 11 patients (91.7%) from experimental group ( $p < 0.01$ ) compared to no changes in control group ( $p > 0.05$ ). Three months after ear surgery there was hearing gain of pure tone levels in all tests both via air and bone in patients from both groups ( $p < 0.05$ ). Word recognition also improved ( $p < 0.01$ ). Hearing level didn't change significantly after 12 months from ear surgery compared to 3-month levels. So, we concluded that sensory component of hearing loss due to central disturbances in auditory system after head trauma is reversible and can be improved by ear surgery and rehabilitation procedures. The proposed method of combined auditory rehabilitation improves the effectiveness of treatment in case of head injuries combined with ear trauma.

**Keywords:** head trauma, hearing loss, tympanoplasty, speech audiometry, neural plasticity, auditory system, non-invasive neuromodulation.

### References

1. Govorun M.I., Gofman V.R., Parfenov V.E. Kokhleopatii [Cochlearpathy]. Saint-Petersburg. 2003. 173 p. (In Russ)
2. Zhivolupov C.A., Samartsev I.N., Syroezhkin F.A. Sovremennaya kontseptsiya neuroplastichnosti (teoreticheskie aspekty i prakticheskaya znachimost') [Current concepts of neural plasticity]. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii im. S. S. Korsakova* [S. S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry]. 2013. N 10. Pp. 102–108. (In Russ)
3. Mironov V.G., Grigoriev S.G., Evdokimov V.I., Gavrilov E.K. Analiz boevykh povrezhdenii LOR-organov u voennosluzhashchikh pri provedenii kontrterroristicheskoi operatsii na Severnom Kavkaze (1999–2002 gg.) [Analysis of ENT battle

injuries in servicemen during the counter-terrorist operation in the North Caucasus (1999–2002)]. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh* [Medical-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2015. N 2. Pp. 61–67. (In Russ)

4. Zaharov Ju.M., Cygan V.N., Tyrenko V.V., Galomzik N.S., Borisov D.N. Perspektivy ispol'zovaniya sovremennykh informacionnykh tehnologiy v obrabotke medicinskoj informacii o ranenyyh i bol'nyh na osnovanii opyta Velikoj Otechestvennoj vojny i boevykh dejstvij v Afganistane [Prospects of using modern technology in processing of medical information on wounded and sick based on experience of the Great Patriotic war and war in Afghanistan]. *Vestnik Rossijskoj Voenno-meditsinskoj akademii* [The Russian Military-Medical Academy's Bulletin]. 2015. N 2. Pp. 210–216. (In Russ)

5. Simeonov K.V. Osobennosti narusheniya korkovogo otdela slukhovogo analizatora pri funktsional'nykh rasstroistvakh [Cortical area disturbances of auditory analyzer in functional disorders]. *Vestn. otorinolaringologii*. 1976. N 4. Pp. 37–39. (In Russ)

6. Henshaw H., Ferguson M.A. Efficacy of individual computer-based auditory training for people with hearing loss: a systematic review of the evidence. *PLoS One. Public Library of Science*, 2013. Vol. 8, N 5. Pp. e62836. DOI: 10.1371/journal.pone.0062836.

7. Lippy W.H., Burkey J.M., Arkis P.N. Word recognition score changes after stapedectomy for far advanced otosclerosis. *Am. J. Otol.* 1998. Vol. 19, N 1. Pp. 56–58.

8. Møller A.R. neural plasticity and disorders of the nervous system. 2006. 394 p.

9. Musiek F., Shinn J., Hare C. Plasticity, Auditory Training, and Auditory Processing Disorders. *Semin. Hear.* 2002. Vol. 23, N 4. Pp. 263–275.

10. Oleksiak M. [et al.]. Audiological issues and hearing loss among veterans with mild traumatic brain injury. *J. Rehabil. Res. Dev.* 2012. Vol. 49, N 7. Pp. 995–1004. DOI: 10.1682/JRRD.2011.01.0001.

11. Recanzone G. H., Schreiner C. E., Merzenich M. M. Plasticity in the frequency representation of primary auditory cortex following discrimination training in adult owl monkeys. *J. Neurosci.* 1993. Vol. 13, N 1. Pp. 87–103.

12. Weinberger N. M. New perspectives on the auditory cortex: learning and memory. *Handb. Clin. Neurol.* 2015. Vol. 129. P. 117–147. DOI: 10.1016/B978-0-444-62630-1.00007-X.

13. Wildenberg J. C. [et al.]. Sustained cortical and subcortical neuromodulation induced by electrical tongue stimulation. *Brain Imaging Behav.* 2010. Vol. 4, N 3/4. Pp. 199–211. DOI: 10.1007/s11682-010-9099-7.

14. Willott J.F. Physiological plasticity in the auditory system and its possible relevance to hearing aid use, deprivation effects, and acclimatization. *Ear Hear.* 1996. Vol. 17, N 3, Suppl. Pp. 66–77.

Received 15.12.2015

**For citing.** Syroezhkin F.A., Morozova M.V. Slukhovaya reabilitatsiya postradavshikh s posledstviyami cherepno-mozgovykh travm, sochetannykh s travmami uha. *Med.-biol. i sots.-psikh. probl. bezopasnosti v chrezv. situatsiyakh*. 2016. N 2. Pp. 25–33. (In Russ.)

Syroezhkin F.A., Morozova M.V. Auditory rehabilitation in head-injured patients. *Medical-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2016. N 2. Pp. 25–33.



Медицинские радиологические последствия Чернобыля: прогноз и фактические данные спустя 30 лет [монография] / [Степаненко В. Ф., Скворцов В. Г., Иванников А. И. и др.]; под общ. ред. В. К. Иванова, А. Д. Каприна. – М. : ГЕОС, 2015. – 449 с.

ISBN 978-5-89118-688-0. Тираж 300 экз.

Анализируются фактические данные, накопленные в результате изучения последствий аварии на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС), приводится обзор дозиметрических, медицинских, радиационно-эпидемиологических результатов обследования лиц, подвергшихся радиационному облучению в результате аварии.

1-я часть монографии содержит сведения по экспериментальной радиологии: дозиметрический мониторинг и ретроспективная дозиметрия населения в ранний и отдаленный периоды после аварии на Чернобыльской АЭС; реконструкция индивидуальных накопленных доз у населения и ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС методом ЭПР-спектроскопии эмали зубов; роль цитогенетического обследования для оценки последствий неконтролируемого воздействия радиации на человека; индивидуальная реакция на радиационное воздействие в малых дозах по результатам исследования соматического мутагенеза на геномном уровне.

Во 2-й части представлены данные по клинической радиологии: анализ официальной статистики по заболеваемости раком щитовидной железы в России после аварии на Чернобыльской АЭС и результаты морфологической верификации диагноза; роли специализированной и высокотехнологичной медицинской помощи в выявлении и профилактике онкопатологии в гинекологической сфере.

3-я часть монографии содержит сведения по радиационной эпидемиологии: создание, функционирование, текущее состояние национального радиационно-эпидемиологического регистра, оценка радиационных рисков у ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС и населения, проживающего (проживавшего) на радиоактивно загрязненных территориях.

## К ВОПРОСУ ОБ ИСТОРИИ ПРИМЕНЕНИЯ ДОНОРСКОЙ КОЖИ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ РАН

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

Актуальной проблемой лечения пострадавших с обширными ожогами является обеспечение эффективными и доступными средствами для временного закрытия ран. Создание запасов таких покрытий имеет особое значение при массовом возникновении пострадавших с тяжелыми ожогами кожного покрова, что характерно для чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, сопровождающихся пожарами. Наилучшими характеристиками обладают временные раневые покрытия биологического происхождения. Несмотря на широкое применение доступных в нашей стране препаратов из кожи животных (лиофилизированная свиная кожа), глубокие ожоги свыше 40–50 % поверхности тела практически определяют летальный исход. Преодолеть это ограничение возможно с помощью донорской кожи человека, которая признана экспертами «золотым стандартом» для временного закрытия ран. Несмотря на повсеместное применение донорской кожи в СССР, в настоящий момент в России этот ценный лечебный ресурс практически не используется. Обзор посвящен истории клинического применения донорской кожи для лечения ран и ожогов, а также развитию отрасли банков кожи в мире и Российской Федерации.

Ключевые слова: чрезвычайные ситуации, ожог кожи, аллокожа, банк кожи, криоконсервированная кожа, консервация кожи в глицерине.

### Введение

Ежегодно в мире происходят около 5–6 млн пожаров. По официальным сведениям, за 10 лет (2004–2013 гг.) в России зарегистрированы 2 млн 479,1 тыс. пожаров, в которых погибли 165,8 тыс. человек (в том числе 4 % дети) и получили травмы 142,9 тыс. человек. К сожалению, Россия входит в число стран с самым высоким риском быть жертвой при пожарах. Риск погибнуть при пожаре в России в 5,8 раза превышает мировой ( $p < 0,001$ ) –  $(7,58 \pm 0,00) \cdot 10^{-2}$  и  $(1,31 \pm 0,07) \cdot 10^{-2}$  человек в год соответственно. При снижении индивидуального риска смерти при пожаре в России отмечается увеличение риска получить травму при пожаре [4]. К сожалению, в России не отмечается значимой тенденции к уменьшению количества термических травм. По данным Федеральной службы государственной статистики (Росстат), в 2005 г. в России было 362,8 тыс. термических и химических ожогов, в 2010 г. – 313,5 тыс., в 2012 г. – 298,6 тыс., или 254,8, 219,5 и 208,5 случаев на 100 тыс. человек населения России соответственно [6].

Достигнутые за последние два десятилетия успехи в лечении тяжелообожженных обоснованно связываются с внедрением активной хирургической тактики [13]. Раннее иссечение нежизнеспособных тканей способно предотвратить развитие септических осложнений ожоговой болезни. Однако тяжесть

состояния и дефицит собственных донорских ресурсов зачастую не позволяют выполнить одномоментное восстановление кожного покрова методом аутодермопластики. Таким образом, остро встает проблема временного закрытия иссеченных ран. По мнению авторитетных зарубежных специалистов, донорская кожа является «золотым стандартом» покрытий, используемых для временного закрытия обширных ран [43, 57]. Наиболее распространено посмертное донорство. Кожа живых доноров используется крайне редко [47]. Как и другие ткани, пересаживаемые от другой особи того же вида, донорскую кожу принято называть аллотрансплантат (по устаревшей классификации гомотрансплантат); ткани, пересаживаемые от других биологических видов, имеют приставку ксено- (по старой классификации гетеро-).

Клиническое использование донорской кожи особняком стоит в ряду трансплантационных проблем, поскольку базируется на понимании неизбежности её отторжения, и определяет место аллодермотрансплантатов в качестве временного раневого покрытия. Пересадка аллокожи снижает потери воды через испарение белковосодержащих жидкостей, предотвращает высыхание раневой поверхности, подавляет микробную пролиферацию. Снижаются болевые ощущения, и улучшается комплаентность пациента к кон-

Плешков Александр Сергеевич – врач-хирург ожогового отделения Всерос. центра экстрен. и радиац. медицины им. А. М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2); e-mail: pleshkovburn@yandex.ru.



сервативной терапии и реабилитационным мероприятиям. Вследствие восстановления биологического барьера между раневой поверхностью и окружающей средой, аллокожа снижает потери тепла и смягчает гиперметаболический стрессовый ответ на ожоговую травму [47].

### История применения донорской кожи

Пересадка кожи является сравнительно недавним достижением медицины, насчитывающим не более 150 лет. Казуистические сообщения об успешных трансплантациях встречались и ранее [50]. Однако, несмотря на успешные эксперименты G. Varonio по пересадке кожи у животных, опубликованные еще в начале XIX в. [22], большинство хирургов придерживались мнения, что фрагмент покровных тканей, будучи полностью отделенным от тела, немедленно теряет жизнеспособность. Примером может служить мнение авторитетного французского хирурга Alfred Armand Velpeau, который, подводя итог своему сообщению об успешной реплантации кожи пальца, заключил: «... эта странная операция больше не должна применяться» [цит. по 62].

Участником этой дискуссии был и великий Н.И. Пирогов. 9 декабря 1835 г. в своей лекции «О пластических операциях вообще, о ринопластике в особенности», основываясь на собственном опыте, он впервые затронул проблемы трансплантации тканей и пересадки кожи в частности. По его словам, «основным камнем для пластической хирургии», является факт, что «жизненность» в некоторых частях тела, совершенно отдаленных от организма, «... пропадает не тотчас; отделенный от целого член сохраняет еще в себе несколько времени тлеющую искру жизни. ... Материал, из коего образуется нос, есть кожа. Лоскут ее, для этого назначенный, может находиться по законам трансплантации или в некотором сообщении с организмом, или быть совершенно от него отделенным» [цит. по 12]. Это предсказание Н. И. Пирогова в то время было очень сдержанно встречено хирургами и сбылось лишь через 34 года. Настоящий прорыв произошел после публикации и широкого обсуждения работ J. L. Reverdin в 1871 г. [60]. Предложенная им процедура пересадки мелких фрагментов кожи на гранулирующие раны позволила спасти конечности многим пациентам, ранее обреченным на ампутацию.

Русские врачи сыграли важную роль в распространении свободной пересадки кожи в Европе. Так, воспитанник Петербургской

медико-хирургической академии С. С. Шкляревский произвел в июле 1870 г. в хирургической клинике в г. Граце (Австро-Венгрия) «трансплантацию эпидерма». По некоторым данным, он был «пионером» и аллодермопластики – пересаживал больным свою кожу или взятую у других людей [12]. Использование донорской кожи, чаще всего с ампутированных конечностей, для покрытия гранулирующих ран представлялось само собой разумеющейся процедурой в тот период [12, 42, 50]. Так, в 1881 г. М. Н. Рудков в 3 случаях использовал для пересадки на обширные язвы бедра и голени кожу, взятую от ампутированных конечностей (сообщение об этом было сделано только в 1894 г. на заседании Общества военных врачей в Москве) [цит. по 12]. Успешную трансплантацию кожи с ампутированных пальцев на рану стопы осуществил в Серпуховской земской больнице И. Г. Витте в 1891 г. [цит. по 12]. По его словам, пересадка дала за 23 сут результат, вдвое превосходящий предварительное лечение в течение 48 сут одними повязками. Аналогичные операции производили и другие хирурги, например В. С. Коняев в 1892 г. [цит. по 12]. Интересное наблюдение описал А. В. Мартынов в 1894 г. Чтобы закрыть обширные гранулирующие поверхности, образовавшиеся на голених 19-летней девушки после ожога, он пересадил большие трансплантаты, взятые от двух молодых здоровых людей. Кожа прижилась, но через 3 нед полностью отторглась. Не дала успеха и подобная же повторная трансплантация – кожные трансплантаты на этот раз были взяты у другой здоровой 19-летней девушки, но через 4 нед вновь наступило отторжение [цит. по 12].

Возможность использования трупных тканей, несмотря на некоторые опасения, также быстро стала реальностью. Пальма первенства в покрытии ожоговой раны трупной кожей приписывается J. H. Girdner [40]. В 1881 г. он опубликовал опыт использования кадаверного трансплантата для лечения ожога верхней конечности у 10-летнего ребенка. 4 сут спустя  $\frac{3}{4}$  трансплантатов прижились, однако затем в ране развилось острое воспаление, которое J. Girdner описал как «эризипеллоид», приведшее к тотальному омертвлению новообразованного кожного покрова.

В 1882 г. американский хирург E. Brewer в статье «О пределе жизнеспособности кожи» описал собственный опыт отсроченных пересадок [31]. E. Brewer забирал кожные трансплантаты у трупов и с ампутированных конечностей, заворачивал их в марлю или

бумагу и хранил в прохладном месте в течение 18–45 ч. Затем он осуществлял пересадки этих трансплантатов своим пациентам. По его наблюдениям, несмотря на то, что рано или поздно все трансплантаты подвергались отторжению, кожа сохраняла способность к приживлению в течение 36 ч, т. е. кожные трансплантаты сохраняли жизнеспособность после отделения от организма более 1 сут.

Перспективы применения донорской кожи оптимистически оценивала С.С. Иванова в своей статье «О пересадке кожи с трупа на гранулирующие поверхности» [цит. по 12]. Обосновывая решение применить кадаверную кожу, С.С. Иванова демонстрировала вполне современный взгляд на проблему: «Прием этот кажется на первый взгляд весьма несимпатичным, в сущности же без достаточного основания... пересаживаем ведь живую кожу, хотя и от умершего: иначе не могли бы рассчитывать, что она прирастет. Известно, что отдельные ткани и элементы организма живут еще некоторое время после его смерти... Эпителиальная ткань вообще живет более продолжительное время, а ткань молодых организмов при прочих равных условиях еще энергичнее и жизнеспособнее» [цит. по 12].

Уже в конце XIX в. стали появляться сообщения о возможных рисках применения донорской кожи. Случай заражения туберкулезом после пересадки утильной кожи с ампутированной конечности двум пациентам описан известным хирургом Czerny в 1886 г. [36]. Также были опубликованы случаи переноса оспы и сифилиса [37, 63].

Приведенные наблюдения свидетельствуют, что до открытия механизмов иммунитета и тканевой совместимости между пересадкой донорской и собственной кожи зачастую ставился знак равенства. Неудачные исходы таких трансплантаций приписывались инфекционным осложнениям [40] и компенсировались успешными результатами при наложении аллокожи на ожоговые раны, способные к спонтанной эпителизации [52]. Однако накапливавшийся клинический опыт и многочисленные экспериментальные исследования постепенно привели к пониманию неизбежности отторжения аллодермотрансплантатов и определили место донорской кожи в качестве временного раневого покрытия [26, 50]. Ведь даже временное приживление нередко приносило успех в борьбе за жизнь и здоровье больного. Прав был и профессор Киевского университета А. Д. Павловский, в 1891 г. утверждавший, что факты приживления кожи

с трупов на ранах человека дали солидные основания в пользу более широкого практического применения пересадок кожи [цит. по 12]. Таким образом, уже в первой половине XX в. пересадка донорской кожи была хорошо известной и широко применяемой процедурой в лечении ожоговых ран [12, 26].

Мировые войны XX в., приведшие к возникновению большого количества пострадавших от ожогов, заставили хирургов задуматься о создании постоянных источников готовых к использованию биологических тканей. Так, в медицинской практике появилась концепция создания банков крови и тканей. Для воплощения этой задачи необходимо было решить два вопроса: определить источник поступления донорских тканей и обеспечить их сохранность в течение длительного времени. Интерес к идее хранения кожи для последующей пересадки проявлял в своих экспериментальных работах уже G. Baronio [21]. Спустя столетие, J. Wentscher в 1903 г. сообщил об успешной трансплантации человеческой кожи, которая была заморожена на срок от 3 до 14 сут [69]. В 1912 г. A. Carrel, проводивший эксперименты по замораживанию тканей, установил, что низкие температуры окружающей среды замедляют течение всех биологических процессов, в том числе разложения [34]. J. P. Webster [68] и J. Matthews [55] описали успешное приживление аллотрансплантатов, хранившихся до 3 нед при 4–7 °С в специальных питательных средах. Научные исследования, открывавшие путь к новым способам консервации органов и тканей, связаны с именами сотрудников Военно-медицинской академии Н. П. Кравкова и его ученика С. В. Аничкова [12]. В работах, посвященных вопросам сохранения жизненных свойств тканей при их высушивании, Н. П. Кравковым был использован метод изолированных органов [10, 11]. В лаборатории ученого были высушены (мумифицированы) в эксикаторе над хлористым кальцием пальцы человека, ухо кролика и другие органы. После обезвоживания этих органов, продолжавшегося несколько месяцев, их отмачивали в солевом растворе, сосуды, хотя и в меньшей степени, сохраняли реакцию на фармакологические вещества. Если изолированные пальцы предохранялись от заражения бактериями, то на них отрастали ногти, сохранялась чувствительность кожи к раздражениям. На коже выступали капли пота после введения пилокарпина. Опыты с мумификацией стали сенсацией, многим современникам они казались неправдоподобными. О большом

интересе к проблеме консервации тканей свидетельствует присуждение Н.П. Кравкову за научные труды «Данные и перспективы по оживлению тканей умерших», «О пределах чувствительности живой протоплазмы» и др. премии им. В.И. Ленина в 1926 г.

В признании роли трупных тканей, как перспективного источника для целей трансплантации, выдающееся значение имели работы В.Н. Шамова. «Труп первое время после смерти представляет собой обширное депо вполне жизнеспособных тканей и органов, надежды на широкое использование которых, в клинике вполне реальны, – писал В.И. Шамов. – Труп не должен более рассматриваться мертвым, он не только продолжает жить в отдельных своих частях, но и может дарить еще живущим дары необычайной ценности – вполне жизнеспособные ткани и органы. Мало того, судя по нашим опытам, труп, как это ни парадоксально, может даже спасти еще другие живые существа от неминуемой гибели и смерти» [20]. Пионерские эксперименты В.И. Шамова по переливанию трупной крови и трансплантации трупной кожи с учетом тканевой совместимости обогатили не только отечественную, но и мировую медицинскую науку [12, 19]. В 1930-е годы отечественные ученые также имели неоспоримый мировой приоритет по пересадкам трупной роговицы, что было связано с именем акад. В.П. Филатова – основателя всемирно известного Института света – Одесского научно-исследовательского института глазных болезней и тканевой терапии [2]. Успехи отечественной медицины привели к принятию постановления Совнаркома СССР от 15.09.1937 г. № 1607 «О порядке проведения медицинских операций», также известного как «Филатовский декрет». В этом постановлении Наркомздраву СССР было предоставлено «... право издавать обязательные для всех учреждений, организаций и лиц распоряжения о порядке осуществления лечебных и хирургических операций, в том числе операций по пересадке роговиц глаз, от умерших, переливанию крови, пересадке отдельных органов и т.п.». Лейтмотивом декрета было положение, что тела граждан после смерти становятся собственностью государства и могут использоваться в интересах науки и медицины.

Постоянный интерес отечественной науки к проблемам пересадки органов и тканей демонстрирует выход первых обобщающих монографий по трансплантологии, например «Пересадка тканей» И.А. Голяницкого (1922 г.)

[3], «Свободная пересадка тканей и органов» (1927 г.) [цит. по 12] и «Основы теории и практики пересадки тканей и органов» (1940 г.) А.А. Немилова [цит. по 12].

О широком использовании консервированной кожи в клинической практике свидетельствуют архивные документы. На 24-м Всесоюзном съезде хирургов (1938 г.) киевский врач Г.Ф. Скосогоренко сообщил о 150 пересадках трупной кожи, консервированной на холоде. Н.Н. Еланский получил удовлетворительные результаты и от пересадки кожи от трупов, консервированной на холоде в течение 10 сут [цит. по 12]. В 1939–1941 гг. донорскую кожу широко использовал для лечения больных заведующий хирургическим отделением Барнаульской железнодорожной больницы Г.А. Колпаков [цит. по 12]. Лечением длительно незаживающих язв трансплантацией трупной консервированной кожи занимались московский хирург Н.Н. Кукин (1938–1940 гг.) и одесский врач Б.И. Бровер (1939 г.) [цит. по 12]. Уже в годы Великой Отечественной войны И.А. Обухов и М.М. Готлиб (1944 г.) применяли трупную кожу для лечения длительно незаживающих ран, консервированную в хлорамине [цит. по 12].

К середине XX в. ученые приблизились к решению главной загадки трансплантологии: проблемы отторжения донорских тканей. Знаменательно, что важный этап раскрытия секрета трансплантационного конфликта произошел именно в ожоговой клинике. В 1942 г. молодой оксфордский зоолог Р. Medawar после серии успешных опытов на животных был направлен в Королевский госпиталь Глазго. В этом госпитале находились большое количество пострадавших от ожогов в сражениях Второй мировой войны. Совместно с пластическим хирургом Т. Gibson им были организованы клинические исследования, которые показали, что причиной отторжения кожных аллотрансплантатов является специфическая воспалительная реакция организма реципиента («хозяина»), запущенная антигенами кожи донора [39]. Обычно аллотрансплантаты отторгались на 2-й неделе после пересадки. У пациентов с тяжелыми ожогами это происходило позднее, очевидно, из-за подавления иммунитета, вызванного ожоговой болезнью. Кроме того, было установлено, что при повторной трансплантации кожи от того же донора реакция отторжения наступала практически немедленно, т.е. была донор-специфичной. Эти наблюдения легли в основу работ Р.В. Medawar и, в итоге,

привели его к Нобелевской премии в 1960 г. совместно с MacFarlane Burnet «за открытие приобретенной иммунологической толерантности» [56].

Прерванные Второй мировой войной работы по организации тканевых банков с энтузиазмом возобновились после ее завершения. Первый банк кожи в США под эгидой военно-морского флота был создан в 1949 г., символизируя наступление очередного этапа в этом вопросе [47]. В Советском Союзе проблемами забора и консервации тканей занимались специальные лаборатории, успешно действовавшие в Ленинградском институте переливания крови (с 1947 г.), Центральном институте травматологии и ортопедии (с 1955 г.), Институте скорой помощи им. Н. В. Склифосовского (с 1956 г.), Ростовском медицинском институте (с 1957 г.), Киевском институте травматологии и ортопедии (с 1958 г.) [15]. Деятельность этих специализированных подразделений всецело оправдала себя, поэтому было решено расширить их сеть и объем проводимых научно-практических исследований. Приказ министра здравоохранения СССР от 06.05.1959 г. № 228 «О расширении работ по консервации и пересадке органов и тканей» предусматривал организацию таких лабораторий в 20 научно-исследовательских институтах переливания крови и травматологии и ортопедии. Таким образом, в нашей стране, одной из первых в мире, начала создаваться служба по

заготовке и консервированию тканей. Инициатором появления такого приказа являлся Н. Н. Приоров [2, 15].

Принципиальным моментом было распоряжение для органов судебно-медицинской экспертизы в обязательном порядке помогать в заготовке трупного материала для научных и лечебных целей. В приказе Минздрава от 02.01.1962 г. № 2 «Об организации отделений заготовки трупной крови и тканей» предписывалось создание отделений заготовки тканей при крупных лечебных учреждениях 12 городов СССР. Приводится подробное описание штатов и оснащения таких отделений. Также описываются, в частности, три способа консервации донорской кожи со сроками хранения материала от 3 нед до 3 мес. Лаборатории, или как их теперь называют тканевые банки, занимались организацией, получением, разработкой наиболее рациональных способов консервирования и транспортировки биологического материала, а также созданием необходимого оборудования и внедрением различных трансплантатов в медицинскую практику. Учитывая специфику организации лабораторий консервации тканей при научно-исследовательских институтах переливания крови и травматологии и ортопедии, приоритет традиционно отдавался биопрепаратам на основе тканей опорно-двигательного аппарата и трупной крови. Многолетний опыт деятельности наиболее крупных тканевых банков страны за период с 1959 по 1999 г. демонстрирует таблица [8].

Деятельность отечественных тканевых банков за период с 1959 по 1999 г. (по Калинину А. В. [8])  
(указано общее количество заготовленных препаратов либо их суммарная площадь в дм<sup>2</sup>)

Группа препаратов	Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р. Р. Вредена	Центральный институт травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова (за период 1995–1998 гг.)	Нижегородский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии	Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я. Л. Цивьяна	Саратовский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии	Кемеровская областная клиническая больница	Уральский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. В. Д. Чаклина	Астраханская Александрo-Маринская областная клиническая больница	Научно-исследовательский центр Татарстана «Восстановительная травматология и ортопедия»
Костные	32 191	1602	15 117	15 400	23 938	5314	3097	1780	7640
Хрящевые	6666	196	1238	4300	5112	2976	669	194	316
Сухожильные	11 470	77	308	50	711	120	1375	658	240
Фасциальные	1750		170	50	184	220	12,5 дм <sup>2</sup>	308	90 дм <sup>2</sup>
Кожные	3611		165 900	800	1001	640	28	–	115
Твердой мозговой оболочки	1700	62	7596	20 000	2051 дм <sup>2</sup>	6944	93 453	83	95 дм <sup>2</sup>
Роговица	826			200		3342		111	
Сосуды			164	200					
Клапаны аорты			84						
Амнион			1000	391		1863		250	



Приведенные данные свидетельствуют, что наибольшим спросом у клиницистов пользовались консервированные костные, суставные, хрящевые и сухожильные трансплантаты. Вопреки мировой традиции, ожоговые отделения нашей страны не имели тесной связи с упомянутыми лабораториями консервации тканей, за исключением, пожалуй, Нижегородского научно-исследовательского института травматологии и ортопедии, знаменитого своим ожоговым центром. Крупными ожоговыми центрами предпринимались попытки создания собственных банков кожи, в частности в Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова [16]. Образцом успешно функционирующей службы монотканевых банков служила в нашей стране сеть глазных банков Межотраслевого научно-технического комплекса «Микрохирургия глаза» под руководством акад. С. Н. Федорова, созданная в 1986 г. [2].

Потребность в аллокоже специализированных ожоговых центров, открывавшихся в 60–70-е годы XX в. по всему миру, являлась основной движущей силой развития банков кожи [22, 33, 46]. В ответ на повышавшиеся требования тканевые банки эволюционировали от холодильника в дальнем конце коридора ожогового отделения, обеспечивавшего только собственные нужды, до крупных специализированных региональных или национальных центров. В 1976 г. был основан национальный банк кожи Нидерландов в Бевервейке, в настоящее время являющийся крупнейшим в Европе (Euro skin bank с 1993 г.) [44]. Он снабжает донорской кожей не только клиники Нидерландов, Германии, Франции, но и по всему миру.

Наряду с расширением географии использования донорских тканей, значительных усовершенствований потребовали методы обработки и консервации препаратов кожи. С 1950-х годов благодаря работам Н. Baxter, R. Billingham, P. Medawar и A. Taylor развивается консервация при сверхнизких температурах (криоконсервация), позволяющая сохранять жизнеспособность аллодермотрансплантатов до 5 лет [23, 24, 28]. Успехи были достигнуты благодаря внедрению программируемого замораживания с использованием диметилсульфоксида или глицерина в качестве криопротектора [30, 51, 65]. Для стерилизации консервированной кожи широко внедряется радиоактивное излучение [29, 61]. Альтернативный вариант консервации в глицерине высокой концентрации при-

меняется с 1984 г. в уже упоминавшемся Euro skin bank [44]. Глицерин необратимо обезживает клетки и межклеточный матрикс кожи путем осмоса и диффузии, предотвращая реакции деградации и разложения, которые развиваются в тканях, минимизирует микробное обсеменение. Методика консервации аллодермотрансплантатов с применением глицерина позволила значительно снизить затраты и обеспечить превосходные лечебные свойства продукта [54, 67].

Непрерывно совершенствовались методы клинического применения донорской кожи для лечения обожженных. Эволюцию взглядов демонстрируют публикации J. Brown, D. Jackson, L. Zaroff, J. Shuck, C. Bondoc [28, 32, 45, 64, 71]. От операции Mowlem–Jackson, описанной в 1954 г., аллодермопластика прошла путь до техники C. Suono в 1986 г., сочетающей применение донорской кожи с многослойными пластами культивированных аутологичных кератиноцитов [35, 45]. Активное использование привело к лучшему пониманию механизмов лечебных эффектов аллокожи на заживление ран, таких как снижение бактериальной обсемененности [38, 70] и стимуляция прорастания сосудов раневого ложа [58]. В настоящий момент продукты на основе донорской кожи считаются наиболее перспективным компонентом для создания биотехнологического эквивалента кожи для дефинитивного закрытия ран [53].

Современный этап развития тканевых банков характеризуется созданием специальных стандартов их деятельности, что обусловлено предъявляющимися высокими требованиями к качеству и безопасности тканевых продуктов [15, 48]. Доступ к донорским органам и тканям, а также их распределение стали регулироваться с помощью международных баз трансплантологических данных. Наибольшее распространение приобрели системы «Eurotransplant» (1967 г.) [49] и UNOS в США (1984 г.) [59]. Для разработки стандартов и осуществления внутреннего контроля были созданы национальные или международные организации, такие как Американская ассоциация тканевых банков (AATB), Британская (BATB), Европейская (EATB) и др. Первое руководство по стандартным процедурам в деятельности тканевых банков в США было издано в 1979 г., а обязательное лицензирование начато с 1986 г. [41, 47]. Большинство специальных стандартов имеют в своей основе национальные юридические нормы и принципы донорства тканей, содержат требования для

лицензирования, процедуры отбора доноров, перечень необходимых лабораторных исследований для обеспечения безопасности, руководства по технологиям заготовки и хранения тканей. В основном специальные стандарты носят более рекомендательный, нежели предписывающий характер, для того чтобы избежать давления на дальнейшее развитие и улучшение технологий тканевых банков.

Деятельность современного тканевого банка регламентируется и другими системами стандартов. Первая группа требований относится к общим правилам организации работы: подготовка персонала, взаимодействие с другими учреждениями, документооборот, организация контроля качества. Международный стандарт, регламентирующий эти требования, называется ИСО 9000 [48]. Этот стандарт может быть применен к любому бизнес-проекту, в котором качество выполнения работ является существенным компонентом. При этом принятие стандарта автоматически означает регулярный внешний контроль.

Другой важной общей системой контроля качества, адаптированной к особенностям медицины и фармации, регламентирующей деятельность производственного процесса, является Good Manufacturing Practice (GMP). Этот стандарт включает требования к чистоте воздуха в производственных помещениях, реактивам и ингредиентам, потокам внутри производственного помещения во избежание перекрестной контаминации. Во вступлении к GMP авторы указывают: «Большая часть бракованных медицинских продуктов появилась благодаря человеческим ошибкам или неосторожности, а не из-за ошибок техники». Большим преимуществом работы по ИСО 9000 и GMP является то, что они заставляют менеджеров тканевого банка проверять каждый аспект производственного процесса и в результате минимизировать влияние человеческого фактора. На практике требования упоминавшихся систем стандартов взаимно перекрываются и необходимо стремиться к выполнению всех требований [48].

### **Современное состояние тканевых банков в Российской Федерации**

Произошедшие в 1990-е годы серьезные изменения в социальной жизни нашей страны оказали значительное влияние на проблему трансплантации органов и тканей. Как уже упоминалось, в Советском Союзе было принято положение, что тела граждан после смерти становятся собственностью государ-

ства и могут использоваться в интересах науки и медицины. Такая модель, безусловно, обеспечивала самые благоприятные условия для развития трансплантологии и тканевого донорства. Однако она была уязвима с точки зрения соблюдения прав неприкосновенности личности и базировалась на абсолютной добросовестности медицинских учреждений. С 25.12.1991 г. Российская Советская Федеративная Социалистическая Республика Советского Союза стала новой страной – Российской Федерацией. Если особенностью недавнего прошлого нашей страны был безоговорочный приоритет интересов общества и государства, то на современном этапе общечеловеческие ценности, интересы отдельной личности приобретали главенство во всех отраслях человеческой деятельности [2]. Возникла проблема создания новой законодательной и нормативно-правовой основы трансплантологии. Пересадка органов и тканей – одна из немногих отраслей медицины, юридическому регламенту которой был посвящен отдельный законодательный акт: Федеральный закон России от 22.12.1992 г. № 4180-1 «О трансплантации органов и (или) тканей человека». Новый закон и сформированные на его основе ряд подзаконных актов – приказов Минздрава и Российской академии наук были призваны обеспечить поступательное развитие трансплантологии в нашей стране. Тем не менее, за последние 20 лет в отрасли тканевого донорства произошел очевидный спад, который был обусловлен целым рядом причин [15]. Так, в 1996 г. Государственной Думой был принят Федеральный закон № 8-ФЗ «О погребении и похоронном деле», который, вопреки положениям закона «О трансплантации...», делигитимизировал модель «презумпции согласия». Нормой закона вменялось получать согласие человека при жизни или его родственников (после смерти) на то, чтобы его части тела были посмертно использованы в лечебных или научных целях. В результате возникшего противоречия с 1996 г. в Российской Федерации значительно сократилось количество операций по трансплантации трупных тканей и органов. В 2001 г. в соответствии с требованиями Федерального закона «О трансплантации...» Минздравом и РАМН был издан совместный приказ от 13.12.2001 г. № 448/106 «Об утверждении перечня органов человека – объектов трансплантации...». Как видно из названия приказа, в нем ни слова не было сказано о донорских тканях. Поэтому до 2007 г. все действия по забору и пересадке трупных

донорских тканей были выведены за пределы правового поля. При этом большинство судебно-медицинских экспертов отказывались осуществлять забор донорского материала, а хирурги осуществляли пересадки трупных донорских тканей незаконно. В результате с 2001 по 2006 г. поступление донорского материала в тканевые банки сократилось почти в 2 раза, а с 2007 по 2008 г. – почти в 4 раза [2]. Несмотря на включение раздела «ткани – объекты трансплантации» в новую редакцию приказа Минздравсоцразвития России и Российской академии медицинских наук от 25.05.2007 г. № 357/40, налаживаемые десятилетиями связи между танатологическими и трансплантологическими службами оказались нарушены, поставив тканевые банки на грань закрытия [2, 15].

Вместе с тем, необходимо подчеркнуть, что использование донорских (трупных) тканей не противоречит действующему законодательству, когда смерть донора достоверно констатирована квалифицированными специалистами, когда с полной точностью установлена причина смерти и четко определены показания для трансплантации тканей ожидающим их реципиентам. Имеющаяся законодательная база до сих пор сохраняет ряд неразработанных сторон, отрицательно влияющих на развитие тканевого донорства в России. Среди них необходимо упомянуть следующие [15]:

1) существующие законодательные акты не обязывают судебно-медицинских экспертов и патологоанатомов оказывать трансплантологам более или менее действенную помощь. В соответствующих приказах о подобных мероприятиях лишь упомянуто;

2) нерациональность объединения понятий трансплантации органов и тканей;

3) отсутствие федерального реестра донорских тканей и органов, не создано механизмов интеграции в международные трансплантологические базы данных;

4) отсутствует положение о банках тканей как специализированных подразделениях, занимающихся забором и обработкой донорских тканей.

Деликатным и болезненным для отечественных тканевых банков продолжает оставаться вопрос финансирования. Залогом успешного развития любого проекта в наше время служит коммерческая рентабельность. Однако ФЗ «О трансплантации...» гласит о недопустимости продажи органов и тканей человека. Международный опыт свидетельствует, что тканевые банки должны функцио-

нировать как учреждения, деятельность которых не направлена на получение прибыли [44]. Частичное финансовое возмещение возможно только в качестве компенсации затрат на преобразование анатомического препарата в биотрансплантат – продукт медицинского назначения [15]. Затраты эти оказываются весьма значительными: на механическую обработку, расходные материалы, консервирующие растворы, лабораторные исследования, антибиотики, дезинфектанты, холодильную технику и пр. В настоящее время расходы ложатся на плечи тех учреждений, в которых располагается и функционирует тот или иной банк тканей. Подход руководителей к оценке деятельности тканевого банка с позиций получения максимальной прибыли, как минимум, приведет к стремлению максимально усложнить технологию обработки тканей в попытке создать коммерческий продукт (даже в ущерб его лечебным свойствам), а в худшем случае – к уголовному преследованию за торговлю человеческими тканями. Следует признать, что именно попытки превратить трансплантологию в коммерческое предприятие являются причиной сохраняющегося негативного отношения в прессе и в общественном мнении и, в конечном счете, сдерживают ее развитие. Заготовку биологических трансплантатов необходимо рассматривать с позиций пользы, которую приносят подобные службы практическому здравоохранению [15].

Тем большее уважение вызывают энтузиасты, продолжающие свою деятельность в новых непростых условиях. К настоящему времени все функционирующие отечественные тканевые банки имеют лицензии и сертификаты, разрешающие и регламентирующие их работу. С 1990 г. отечественные лаборатории консервации тканей активно сотрудничают с Европейской, Американской и Азиатско-Тихоокеанской ассоциациями тканевых банков. Замечательный опыт работы с донорской кожей накопил банк тканей Института скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, который ведёт свою историю с основанной в 1930-е годы С.С. Юдиным лабораторией заготовки трупной крови. Совместно с сотрудниками Института биологии развития им. Н.К. Кольцова его коллективом было подготовлено руководство по заготовке и криоконсервации донорской кожи, отвечающее самым современным стандартам [5]. В настоящий момент банк имеет в своем арсенале препараты лиофилизированной аллокожи и раневые покрытия на основе коллагена I типа, полученного

из донорских тканей человека. В 2006 г. в отделе тканевых и клеточных технологий упомянутого института проведены капитальная реконструкция и переоснащение. Продолжение традиций изготовления качественных биоимплантатов сочетается с активной научной работой в области тканевой инженерии и клеточных технологий [1, 14].

В 2001 г. введен в строй комплекс зданий для Всероссийского центра глазной и пластической хирургии в г. Уфе, где банк тканей занимает площадь в 500 м<sup>2</sup>. В центре проводится совместная научная работа с Российским Федеральным ядерным центром г. Сарова по отработке технологии стерилизации аллотрансплантатов [18].

Впервые на территории России «Лаборатория заготовки и консервации биотканей» в составе Новосибирского научно-исследовательского института травматологии и ортопедии в 2004 г. прошла сертификацию согласно требованиям международного стандарта ИСО 9001:2000 [9].

В 2009 г. в Государственном институте усовершенствования врачей Минобороны РФ на основе технологии криоконсервации, разработанной в Институте биологии развития, была защищена докторская диссертация, посвященная клиническому применению криоконсервированных аллодермотрансплантатов и биосинтетических дермальных эквивалентов [7].

В 2010 г. усилиями четырех ведущих тканевых банков городов Москвы, Санкт-Петербурга, Уфы и Самары был разработан устав Российской ассоциации тканевых банков (РАТБ). Ассоциация – это некоммерческое, основанное на членстве, объединение. Основными задачами деятельности ассоциации провозглашались: координирование; стандартизация; обмен опытом и сотрудничество; образование и обучение в области консервации органов и тканей и связанных научных отраслей. С ее помощью планировалось создание экспертного и координационного советов по трансплантации биологических тканей, а также разработка единых стандартов и технических руководств для тканевых банков страны с учетом международного и отечественного опыта [17]. К сожалению, этот необходимый этап становления современной национальной отрасли тканевого донорства не закончен и поныне. Далекой от завершения остается работа Минздрава России по совершенствованию законодательной базы в области трансплантологии, по-прежнему сохраняющая немало противоречий. Без вышеупомянутых пунктов

невозможно создание эффективной программы государственной поддержки, без которой тканевые банки останутся зажатými в своем развитии между Сциллой требований коммерческой рентабельности и Харибдой давления прессы и общественного мнения, осуждающих торговлю человеческими тканями.

### **Заключение**

Таким образом, технически несложная операция аллодермотрансплантации, выполнявшаяся и 150 лет назад, пройдя долгий путь эволюции, в настоящее время является многоэтапным высокотехнологичным процессом, отвечающим современным стандартам эффективности и безопасности. Решение проблем, связанных с заготовкой, хранением, клиническим применением донорской кожи, служило важным этапом в становлении трансплантологии, создавая базу для более сложных пересадок органов и сегментов человеческого тела. Несмотря на международный приоритет в создании сети специализированных лабораторий тканевого донорства, в нашей стране отрасль тканевых банков переживает не лучшие времена. Учитывая отсутствие в стране специализированных банков кожи, формируется серьезное технологическое отставание в области методик консервации и клинического применения аллогенной кожи. Фактическая недоступность донорской кожи для ожоговых центров нашей страны значительно ограничивает возможности лечения пострадавших с обширными ожогами.

### **Литература**

1. Андреев Ю. В., Боровкова Н. В., Миронов А. С. [и др.]. Технология изготовления трехмерного матрикса дермы для клинического применения // I Национальный конгресс по регенеративной медицине : материалы конгресса. М., 2013. С. 14.
2. Борзенко С. А. Медико-технологические и методологические основы эффективной деятельности глазных тканевых банков России в обеспечении операций по сквозной трансплантации роговицы : автореф. дис. ... д-ра. мед. наук. М., 2008. 50 с.
3. Голяницкий И. А. Пересадка тканей. Астрахань, 1922. 160 с.
4. Евдокимов В. И. Анализ рисков в чрезвычайных ситуациях в России в 2004–2013 гг. : монография / Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А. М. Никифорова МЧС России. СПб. : Политехника-сервис, 2015. 95 с.
5. Заготовка, хранение и применение жизнеспособных кожных аллотрансплантатов при лечении обширных глубоких ожогов : метод. рекомендации / под ред. С. В. Смирнова. М., 2004. 11 с.



6. Здравоохранение в России. 2013 : стат. сб. / Росстат. М., 2013. 380 с.
7. Ивашкин А.Н. Восстановление эпителиальных тканей с использованием криоконсервированных жизнеспособных дермотрансплантатов и живого эквивалента кожи : автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М., 2009. 54 с.
8. Калинин А.В. Пути совершенствования системы обеспечения лечебных учреждений травматолого-ортопедического профиля консервированными биоимплантатами (экспериментально-клиническое исследование) : автореф. дис. ... д-ра. мед. наук. СПб., 2003. 40 с.
9. Кирилова И.А., Подорожная В.Т., Садовой М.А., Бедорева И.Ю. Система менеджмента качества в обеспечении лечебно-диагностического процесса трансплантатами // Технологии живых систем. 2009. № 4. С. 21–29.
10. Кравков Н.П. Данные и перспективы по оживлению тканей умерших // Сборник научных трудов в честь 50-летия научно-врачебной деятельности А.А. Нечаева. Л., 1922. Т. 1. С. 5–7.
11. Кравков Н.П. О пределах чувствительности живой протоплазмы // Успехи экспериментальной биологии. 1924. Т. 3. С. 3–4.
12. Мирский М.Б. История отечественной трансплантологии. М. : Медицина, 1985. 240 с.
13. Плешков, А.С., Шаповалов С.Г., Панов А.В. Хирургическое лечение пострадавших от ожогов (обзор литературы) [Электронный ресурс] // Комбустиология. 2015. № 54. URL: [combustiology.ru/number\\_journal/nomer-54-2015/](http://combustiology.ru/number_journal/nomer-54-2015/).
14. Похитонов Д.Ю., Филиппов О.П., Пономарев И.Н. [и др.]. Дермальный матрикс в лечении пациентов с глубокими ожогами и ранами с дефицитом кожи // 2-й съезд врачей неотложной медицины. М., 2013. С. 83.
15. Савельев В.И., Корнилов Н.В., Калинин А.В. Актуальные проблемы трансплантации тканей. СПб. : МОРСАР АВ, 2001. 157 с.
16. Соколов В.А. Комбинированная ауто-алло-дермопластика в лечении обожженных : автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб., 1995. 22 с.
17. Савельев В.И., Лекишвили М.В., Шангина О.Р. [и др.]. Актуальные вопросы и проблемы стандартизации и лицензирования тканевых банков России // Актуальные вопросы клеточной и тканевой трансплантологии : материалы V всерос. симпоз., Уфа, 17–18 мая 2012 г. // Регенеративная хирургия : электрон. журнал. URL: [regsurgery.ru/archives/tissue\\_banks\\_simpos2012\\_1.htm](http://regsurgery.ru/archives/tissue_banks_simpos2012_1.htm).
18. Шангина О.Р. Тканевой банк аллоплант – вчера, сегодня, завтра // Регенеративная хирургия : электрон. журнал. URL: [reg-surgery.ru/archives/tissue\\_banks\\_simpos2012\\_1.htm#Shangina](http://reg-surgery.ru/archives/tissue_banks_simpos2012_1.htm#Shangina).
19. Шамов В.Н. К изучению гомопластики от трупа: переливание крови от трупа // Новый хирургический архив. 1929. Т. 18, № 1/4. С. 184.
20. Шамов В.Н. Проблема переливания трупной крови // Новый хирургический архив. 1936. Т. 36, № 3. С. 581–592.
21. Baronio G. *Degli Innesti Animali*. Milano: Stamperia e Fonderia de Genio, 1804. (Special Copy B&L Rootenberg Rare Books). 78 p.
22. Baxter C. R. Skin banking in the United States // J. Burn. Care Rehabil. 1985. Vol. 6, N 4. P. 322.
23. Baxter H., Entin M.A. Experimental and clinical studies of reduced temperatures in injury and repair in man; direct effect of cooling and freezing on various elements of the human skin // *Plast. Reconstr. Surg.* 1948. Vol. 3, N 3. P. 303–334.
24. Ben-Bassat H., Chaouat M., Segal N. [et al.] How long can cryopreserved skin be stored to maintain adequate graft performance? // *Burns*. 2001. Vol. 27, N 5. P. 425–431.
25. Beresowsky S. Ueber die histologischen Vorgänge bei der Transplantation von Hautstücken auf Thiere einer anderen Species // *Beitr. Path. Anat.* 1893. Bd. XII. S. 131–138.
26. Bettman A. G. Homogeneous Thiersch grafting as a life saving measure // *Am. J. Surg.* 1938. Vol. 39, N 1. P. 156–162.
27. Billingham R. E., Medawar P. B. The freezing, drying, and storage of mammalian skin // *J. Exp. Biol.* 1952. Vol. 29, N 3. P. 454–68.
28. Bondoc C. C., Burke J. F. Clinical experience with viable frozen human skin and a frozen skin bank // *Ann. Surg.* 1971. Vol. 174, N 3. P. 371–382.
29. Bourroul S. C., Herson M. R., Pino E., Matho M. B. Sterilization of skin allografts by ionizing radiation // *Cell. Mol. Biol.* 2002. Vol. 48, N 7. P. 803–807.
30. Bravo D., Rigley T. H., Gibran N. [et al.]. Effect of storage and preservation methods on viability in transplantable human skin allografts // *Burns*. 2000. Vol. 26, N 4. P. 367–378.
31. Brewer E. P. On the limit of skin vitality // *Med. Rec.* 1882. Vol. 21. P. 483–484.
32. Brown J. B., Fryer M. P., Tandall P. [et al.]. Post mortem homografts as «biological dressings» for extensive burns and denuded areas // *Ann Surg.* 1953. Vol. 138, N 4. P. 618–629.
33. Broz L., Vogtova D., Konigova R. Experience with banked skin in the Prague burn center // *Acta. Chir. Plast.* 1999. Vol. 41, N 2. P. 54–58.
34. Carrel A. The preservation of tissues and its application in surgery // *JAMA*. 1912. Vol. 59, N 7. P. 523–527.
35. Cuono C., Langdon R., McGuire J. Use of cultured autografts and dermal allografts as skin replacement after burn injury // *Lancet*. 1986. Vol. 17, N 1. P. 1123–1124.
36. Czerny V. Ueber die Entstehung der Tuberculose nach Hauttransplantationen // *Verh. Deutsch. Ges. Chir.* 1886. Bd. 15. S. 22–24.
37. Deubel A. Inoculation de la syphilis par l'intermediaire des greffes epidermiques // *Gaz. Med. Paris*. 1881. Vol. 3. P. 628–629.
38. Eade G. G. The relationship between granulation tissue, bacteria, and skin grafts in burned patients // *Plast. Reconstr. Surg.* 1958. Vol. 22, N 1. P. 42–55.
39. Gibson T., Medawar P. B. The fate of skin homografts in man // *J. Anat.* 1943. Vol. 77, Pt. 4. P. 299–310.

40. Girdner J. H. Skin grafting with grafts taken from the dead subject // *Med. Rec.* 1881. Vol. 20. P. 119–120.
41. Heck E. Operational standards and regulation for tissue banks // *J. Burn Care Rehabil.* 1997. Vol. 18, Pt. 2. P. 11–12.
42. Heiberg J. Ueber die Bedeutung der Hauttransplantation // *Berl. Klein. Wochenschr.* 1871. Bd. 8, N 51. S. 612–613.
43. Herndon D. N. Perspectives in the use of allograft // *J. Burn Care Rehabil.* 1997. Vol. 18, Pt. 2. P. 6.
44. Hoekstra M. J., Kreis R. W., du Pont J. S. History of the euro skin bank : the innovation of preservation technologies // *Burns.* 1994. Vol. 20, Suppl. 1. P. 43–47.
45. Jackson D. A clinical study of the use of skin homografts for burns // *Br. J. Plast. Surg.* 1954. Vol. 7, N 1. P. 26–43.
46. Janezic T. F. Then and now: 25 years at the Ljubljana burns unit skin bank // *Burns.* 1999. Vol. 25, N 7. P. 599–602.
47. Kagan R. J., Robb E. C., Plessinger R. T. Human Skin Banking // *Clin. Lab. Med.* 2005. Vol. 25, N 3. P. 587–605.
48. Kearney J. N. Quality issues in skin banking: a review // *Burns.* 1998. Vol. 24, N 4. P. 299–305.
49. Kirste G. Organ Exchange in Europe – Barriers and Perspectives for the Future // *Ann. of Transpl.* 2006. Vol. 11, N 3. P. 52–55.
50. Klasen H. J. History of Burns. Rotterdam: Erasmus Publishing, 2004. 632 p.
51. Leite J. B., Marques A. F., Gomes O. M., Pigossi N. Glycerin and tissue preservation // *Rev. Paul. Med.* 1979. Vol. 93, N 3/4. P. 81–83.
52. Lesser A. Ueber Transplantation völlig getrennter Hautstücke auf Granulationsflächen // *Berl. Klin. Wochenschr.* 1873. Bd. 10, N 6. S. 62–65.
53. Livesey S. A., Herndon D. N., Hollyoak M. A. [et al.]. Transplanted acellular allograft dermal matrix. Potential as a template for the reconstruction of viable dermis // *Transplantation.* 1995. Vol. 60, N 1. P. 1–9.
54. Mackie D. Postal survey on the use of glycerol-preserved allografts in clinical practice // *Burns.* 2002. Vol. 28, Suppl 1. P. 40–44.
55. Matthews D. N. Storage of skin for autogenous grafts // *Lancet.* 1945. Vol. 245, N 6356. P. 775–778.
56. Medawar P. B. Immunity to homologous grafted skin. II The relationship between the antigens of blood and skin // *Br. J. Exp. Pathol.* 1946. Vol. 27, N 1. P. 15–24.
57. Ninnemann J. L., Fisher J. C., Frank H. A. Clinical skin banking: a simplified system for processing, storage, and retrieval of human allografts // *J. Trauma* 1978. Vol. 18, N 10. P. 723–725.
58. O'Donoghue M. N., Zarem H. A. Stimulation of neovascularization. Comparative efficacy of fresh and preserved skin grafts // *Plast. Reconstr. Surg.* 1971. Vol. 48, N 5. P. 474–478.
59. Rana A., Gruessner A., Agopian V. G. [et al.]. Survival Benefit of Solid-Organ Transplant in the United States // *JAMA Surg.* 2015. Vol. 150, N 3. P. 252–259.
60. Reverdin J. L. Sur la greffe epidermique // *CR Acad. Sci.* 1871. Vol. 73. P. 1280–1282.
61. Rooney P., Eagle M., Hogg P. [et al.]. Sterilisation of skin allograft with gamma irradiation // *Burns.* 2008. Vol. 34, N 5. P. 664–673.
62. Santoni-Rugiu P., Sykes P. J. A History of Plastic Surgery. Berlin; Heidelberg : Springer-Verlag, 2007. 395 p.
63. Schaper F. Uebertragung der Pocken durch Implantation während des Prodromalstadiums // *Deutsch. Militairartz. Z.* 1872. Bd. 1. S. 53–57.
64. Shuck J. M., Pruitt B. A., Moncrief J. A. Homograft skin for wound coverage: a study in versatility // *Arch. Surg.* 1969. Vol. 98, N 4. P. 472–479.
65. Taylor A. C. Survival of rat skin and changes in hair pigmentation following freezing // *J. Exp. Zool.* 1949. Vol. 110, N 1. P. 77–112.
66. Total Burn Care. 4th ed. / Ed. D. N. Herndon. Elsevier, 2012. 808 p.
67. Vloemans A., Middelkoop E., Kreis R. A historical appraisal of the use of cryopreserved and glycerol-preserved allograft skin in the treatment of partial thickness burns // *Burns.* 2002. Vol. 28, Suppl 1. P. 16–20.
68. Webster J. P. Refrigerated skin grafts // *Ann. Surg.* 1944. Vol. 120, N 4. P. 431–448.
69. Wentscher J. A further contribution about the survivability of human epidermal cells // *Deutsch. Z. Chir.* 1903. Vol. 70. P. 21–44.
70. Wood W. B. Jr Phagocytosis with particular reference to encapsulated bacteria // *Bact. Rev.* 1960. Vol. 24, N 1. P. 41–49.
71. Zaroff L. I., Mills W. Jr, Duckett J. W. [et al.]. Multiple uses of viable cutaneous homografts in the burned patient // *Surgery.* 1966. Vol. 59, N 3. P. 368–372.

Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи.

Поступила 29.10.2015

**Для цитирования.** Плешков А. С. К вопросу об истории применения донорской кожи для лечения ран // *Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях.* 2016. № 2. С. 34–46.

## Development of allograft skin for wound coverage (Review of the literature)

**Pleshkov A. S.**

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

Aleksandr Sergeevich Pleshkov – surgeon of Burn Department; e-mail: pleshkovburn@yandex.ru.

**Abstract.** Effective and easily accessible temporary wound covering is a topical problem in burn care. Stocks of such coverings are particularly important in case of numerous injured with severe burns, in particular after natural and man-made emergencies involving fire. Temporal wound coverings of biological origin are the best. Despite the widespread use of animal skin (freeze-dried porcine skin) in Russia, deep burns of over 40–50% TBSA almost predetermine death. Human donor skin, which is recognized by experts as the «gold standard» for the temporary closure of wounds, can help to overcome this limitation. As distinct from USSR where human donor skin was widely used, this valuable therapeutic resource is almost never being used in Russia. The current review is dedicated to history of the use of allograft skin in the management of wounds, as well as development of tissue banking across the world and in the Russian Federation.

**Keywords:** emergency, skin burns, allograft skin, skin bank, cryopreserved skin, glycerol-preserved skin.

#### References

1. Andreev U.V., Borovkova N.V., Mironov A.S. [et al.] *Technologiya izgotovleniya triokhmerogo matriksa dermy dlya klinicheskogo primeneniya* [The technology of manufacturing three-dimensional dermal matrix for clinical practice]. *I Natsional'nyi kongress po regenerativnoi meditsine* [1st National Congress on Regenerative Medicine: Collection of abstracts]. Moskva. 2013. P. 14. (In Russ.)
2. Borzenok S.A. *Mediko-tehnologicheskie i metodologicheskie osnovy effektivnoy deyatelnosti glaznykh tkanevykh bankov Rossii v obespechenii operatsii po skvoznoy transplantatsii rogovitsy* [Medical-technological and methodological foundations of effective activity of eye tissue banks in Russia for providing corneal transplantation] : Abstract dissertation PhD Med. Sci. Moskva, 2008. 50 p. (In Russ.)
3. Golyanitskii I. A. *Peresadka tkaney* [Tissue transplantation]. Astrakhan. 1922. 160 p. (In Russ.)
4. Evdokimov V.I. *Analiz riskov v chrezvychainykh situatsiyakh v Rossii v 2004–2013 gg.* [Analysis of risks in emergency situations in Russia in 2004–2013]. Sankt-Peterburg. 2015. 95 p. (In Russ.)
5. *Zagotovka, khranenie i primeneniye zhiznesposobnykh kozhnykh allotransplantatov pri lechenii obshyrnykh glubokikh ozhogov* [Harvesting, storage and use of viable skin allografts for the treatment of extensive deep burns]. Moskva, 2004. 11 p. (In Russ.)
6. *Zdravookhraneniye v Rossii. 2013* [Healthcare in Russia. 2013] : statistical review. 2013. 380 p. (In Russ.)
7. *Ivashkin A.N. Vosstanovleniye epithelial'nykh tkaney s ispol'zovaniem kriokonservirovannykh zhiznesposobnykh dermatoplastatov i zhivogo ekvivalenta kozhi* [Regeneration of epithelial tissues using cryopreserved viable dermal grafts and living skin equivalent] : Abstract dissertation PhD Med. Sci. Moskva, 2009. 54 p. (In Russ.)
8. *Kalinin A.V. Puti sovershenstvovaniya sistemy obespecheniya lechebnykh uchrezhdenii travmatologo-ortopedicheskogo profilya konservirovannymi bioimplantantami* [Approaches to improve the system of procuring preserved bioimplants for trauma and orthopedic medical institutions (experimentally-clinical research)] : Abstract dissertation PhD Med. Sci. Sankt-Peterburg, 2003. 40 p. (In Russ.)
9. *Kirilova I.A., Podorozhnaya I.A., Sadovoi M.A., Bedoreva I.U. Sistema menedzhmenta kachestva v obespechenii lechebno-diagnosticskogo processa transplantantamy* [The quality management system in procuring transplants for medical process]. *Tekhnologii zhivyykh sistem*. [Technologies of living systems] 2009. N 4. Pp. 21–29. (In Russ.)
10. *Kravkov N.P. Dannye i perspektivy po ozhivleniyu tkaney umershykh* [Data and perspectives on revival of the dead tissues]. *Sbornik nauchnykh trudov v chest' 50-letiya nauchno-vrachebnoi deyatelnosti A. A. Nechaeva* [Collection of abstracts in honor of the 50th anniversary of the A. A. Nechayev scientific and medical work]. Leningrad, 1922. Vol. 1. Pp. 5–7. (In Russ.)
11. *Kravkov N.P. O predelakh chuvstvitelnosti zhivoy protoplazmy* [On the limits of the sensitivity of living protoplasm]. *Uspekhi eksperimental'noy biologii* [Advances of Experimental Biology], 1924. Vol. 3. Pp. 3–4. (In Russ.)
12. *Mirskii M. B. Istoriya otechestvennoy transplantologii* [History of Russian transplantology] Moskva. 1985. 240 p. (In Russ.)
13. *Pleshkov A. S., Shapovalov S. G., Panov A. V. Khirurgicheskoe lecheniye postradavshykh ot ozhogov* [Surgical treatment of burns]. *Kombustologiya* [Kombustiology]. 2015. N 54. URL: [combustiology.ru/number\\_journal/nomer-54-2015/](http://combustiology.ru/number_journal/nomer-54-2015/) (In Russ.)
14. *Pokhitonov D. U., Filippov O. P., Ponomary'ov I.N. [et al.] Dermal'nyi matriks v lechenii patsientov s glubokimi ozhogami i ranami s defitsitom kozhi* [Dermal matrix in the treatment of patients with deep burns and wounds]. *2 s'ezd vrachei neotloznoi meditsiny* [2nd Congress of Emergency medicine: collection of abstracts]. Moskva, 2013. P. 83. (In Russ.)
15. *Savel'ev V.I., Kornilov N.V., Kalinin A.V. Aktual'nye problemy transplantatsii tkaney* [Actual problems of tissue transplantation] Sankt-Peterburg. 2001. 157 p. (In Russ.)
16. *Sokolov V.A. Kombinirovannaya auto-allodermoplastika v lechenii obozhennykh* [Combination of auto-allodermoplasty in burns treatment] : Abstract dissertation PhD Med. Sci. Sankt-Peterburg, 1995. 22 p. (In Russ.)
17. *Savel'ev V.I., Lekishvili M.V., Shangina O.R. [et al.] Aktual'nye voprosy i problemy standartizatsii i litsenzirovaniya tkanevykh bankov v Rossii* [Actual questions and problems of standardization and licensing of tissue banks in Russia]. *Aktual'nye voprosy kletchnoy i tkanevoi transplantologii* [Actual issues of cell and tissue transplantology]: Collection of abstracts of 5th all-Russian symposium. *Regenerativnaya khirurgiya* [Regenerative surgery: e-magazine]. URL: [reg-surgery.ru/archives/tissue\\_banks\\_simpos2012\\_1.htm](http://reg-surgery.ru/archives/tissue_banks_simpos2012_1.htm) (In Russ.)
18. *Shangina O. R. Tkanevoi bank alloplant – vchera, segodn'ya, zavtra* [Alloplant tissue bank – yesterday, today, tomorrow]. *Regenerativnaya khirurgiya* [Regenerative surgery: e-magazine]. URL: [reg-surgery.ru/archives/tissue\\_banks\\_simpos2012\\_1.htm#Shangina](http://reg-surgery.ru/archives/tissue_banks_simpos2012_1.htm#Shangina) (In Russ.)
19. *Shamov V.N. K izucheniu gomoplastiki ot trupa: perelivaniye krovi ot trupa* [To the study of the homoplasty from the corpse: blood transfusions from corpses]. *Novyi khirurgicheskii arkhiv* [New surgical archive]. 1929. Vol. 18, N 1/4. P. 184. (In Russ.)
20. *Shamov V.N. Problema perelivaniya trupnoi krovi* [The problem of blood transfusion from corpses]. *Novyi khirurgicheskii arkhiv* [New surgical archive]. 1936. Vol. 36, N 3. Pp. 581–592. (In Russ.)
21. *Baronio G. Degli Innesti Animali*. Milano: Stamperia e Fonderia de Genio, 1804. (Special Copy B&L Rootenberg Rare Books). 78 p.
22. *Baxter C. R. Skin banking in the United States*. *J. Burn. Care Rehabil.* 1985. Vol. 6, N 4. P. 322.
23. *Baxter H., Entin M.A. Experimental and clinical studies of reduced temperatures in injury and repair in man; direct effect of cooling and freezing on various elements of the human skin*. *Plast. Reconstr. Surg.* 1948. Vol. 3, N 3. Pp. 303–334.
24. *Ben-Bassat H., Chaouat M., Segal N. [et al.] How long can cryopreserved skin be stored to maintain adequate graft performance?* *Burns*. 2001. Vol. 27, N 5. Pp. 425–431.
25. *Beresowsky S. Ueber die histologischen Vorgaenge bei der Transplantation von Hautstuecken auf Thiere einer anderen Species*. *Z. Beitr. Path. Anat.* 1893. Bd. XII. S. 131–138.
26. *Bettman A. G. Homogeneous Thiersch grafting as a life saving measure*. *Am. J. Surg.* 1938. Vol. 39, N 1. Pp. 156–162.
27. *Billingham R. E., Medawar P.B. The freezing, drying, and storage of mammalian skin*. *J. Exp. Biol.* 1952. Vol. 29, N 3. Pp. 454–68.



28. Bondoc C. C., Burke J. F. Clinical experience with viable frozen human skin and a frozen skin bank. *Ann. Surg.* 1971. Vol. 174, N 3. Pp. 371–382.
29. Bourroul S. C., Herson M. R., Pino E., Matho M. B. Sterilization of skin allografts by ionizing radiation. *Cell. Mol. Biol.* 2002. Vol. 48, N 7. Pp. 803–807.
30. Bravo D., Rigley T. H., Gibran N. [et al.]. Effect of storage and preservation methods on viability in transplantable human skin allografts. *Burns.* 2000. Vol. 26, N 4. Pp. 367–378.
31. Brewer E. P. On the limit of skin vitality. *Med. Rec.* 1882. Vol. 21. Pp. 483–484.
32. Brown J. B., Fryer M. P., Tandall P. [et al.]. Post mortem homografts as «biological dressings» for extensive burns and denuded areas. *Ann Surg.* 1953. Vol. 138, N 4. Pp. 618–629.
33. Broz L., Vogtova D., Konigova R. Experience with banked skin in the Prague burn center. *Acta. Chir. Plast.* 1999. Vol. 41, N 2. Pp. 54–58.
34. Carrel A. The preservation of tissues and its application in surgery. *JAMA.* 1912. Vol. 59, N 7. Pp. 523–527.
35. Cuono C., Langdon R., McGuire J. Use of cultured autografts and dermal allografts as skin replacement after burn injury. *Lancet.* 1986. Vol. 17, N 1. P. 1123–1124.
36. Czerny V. Ueber die Entstehung der Tuberculose nach Hauttransplantationen. *Verh. Deutsch. Ges. Chir.* 1886. Bd. 15. S. 22–24.
37. Deubel A. Inoculation de la syphilis par l'intermediaire des greffes epidermiques. *Gaz. Med. Paris.* 1881. Vol. 3. Pp. 628–629.
38. Eade G. G. The relationship between granulation tissue, bacteria, and skin grafts in burned patients. *Plast. Reconstr. Surg.* 1958. Vol. 22, N 1. Pp. 42–55.
39. Gibson T., Medawar P. B. The fate of skin homografts in man. *J. Anat.* 1943. Vol. 77, Pt. 4. Pp. 299–310.
40. Girdner J. H. Skin grafting with grafts taken from the dead subject. *Med. Rec.* 1881. Vol. 20. Pp. 119–120.
41. Heck E. Operational standards and regulation for tissue banks. *J. Burn Care Rehabil.* 1997. Vol. 18, Pt. 2. Pp. 11–12.
42. Heiberg J. Ueber die Bedeutung der Hauttransplantation. *Berl. Klein. Wochenschr.* 1871. Bd. 8, N 51. S. 612–613.
43. Herndon D. N. Perspectives in the use of allograft. *J. Burn Care Rehabil.* 1997. Vol. 18, Pt. 2. P. 6.
44. Hoekstra M. J., Kreis R. W., du Pont J. S. History of the euro skin bank: the innovation of preservation technologies. *Burns.* 1994. Vol. 20, Suppl. 1. Pp. 43–47.
45. Jackson D. A clinical study of the use of skin homografts for burns. *Br. J. Plast. Surg.* 1954. Vol. 7, N 1. Pp. 26–43.
46. Janezic T. F. Then and now: 25 years at the Ljubljana burns unit skin bank. *Burns.* 1999. Vol. 25, N 7. Pp. 599–602.
47. Kagan R. J., Robb E. C., Plessinger R. T. Human Skin Banking. *Clin. Lab. Med.* 2005. Vol. 25, N 3. Pp. 587–605.
48. Kearney J. N. Quality issues in skin banking: a review. *Burns.* 1998. Vol. 24, N 4. Pp. 299–305.
49. Kirste G. Organ Exchange in Europe – Barriers and Perspectives for the Future. *Ann. of Transpl.* 2006. Vol. 11, N 3. Pp. 52–55.
50. Klasen H. J. History of Burns. Rotterdam: Erasmus Publishing, 2004. 632 p.
51. Leite J. B., Marques A. F., Gomes O. M., Pigossi N. Glycerin and tissue preservation. *Rev. Paul. Med.* 1979. Vol. 93, N 3/4. Pp. 81–83.
52. Lesser A. Ueber Transplantation völlig getrennter Hautstücke auf Granulationsflächen. *Berl. Klin. Wochenschr.* 1873. Bd. 10, N 6. S. 62–65.
53. Livesey S. A., Herndon D. N., Hollyoak M. A. [et al.]. Transplanted acellular allograft dermal matrix. Potential as a template for the reconstruction of viable dermis. *Transplantation.* 1995. Vol. 60, N 1. Pp. 1–9.
54. Mackie D. Postal survey on the use of glycerol-preserved allografts in clinical practice. *Burns.* 2002. Vol. 28, Suppl 1. Pp. 40–44.
55. Matthews D. N. Storage of skin for autogenous grafts. *Lancet.* 1945. Vol. 245, N 6356. Pp. 775–778.
56. Medawar P. B. Immunity to homologous grafted skin. II The relationship between the antigens of blood and skin. *Br. J. Exp. Pathol.* 1946. Vol. 27, N 1. Pp. 15–24.
57. Ninnemann J. L., Fisher J. C., Frank H. A. Clinical skin banking: a simplified system for processing, storage, and retrieval of human allografts. *J. Trauma.* 1978. Vol. 18, N 10. Pp. 723–725.
58. O'Donoghue M. N., Zarem H. A. Stimulation of neovascularization. Comparative efficacy of fresh and preserved skin grafts. *Plast. Reconstr. Surg.* 1971. Vol. 48, N 5. Pp. 474–478.
59. Rana A., Gruessner A., Agopian V. G. [et al.]. Survival Benefit of Solid-Organ Transplant in the United States. *JAMA Surg.* 2015. Vol. 150, N 3. Pp. 252–259.
60. Reverdin J. L. Sur la greffe epidermique. *CR Acad. Sci.* 1871. Vol. 73. Pp. 1280–1282.
61. Rooney P., Eagle M., Hogg P. [et al.]. Sterilisation of skin allograft with gamma irradiation. *Burns.* 2008. Vol. 34, N 5. Pp. 664–673.
62. Santoni-Rugiu P., Sykes P. J. A History of Plastic Surgery. Berlin ; Heidelberg : Springer-Verlag, 2007. 395 p.
63. Schaper F. Uebertragung der Pocken durch Implantation während des Prodromalstadiums. *Deutsch. Militairartz. Z.* 1872. Bd. 1. S. 53–57.
64. Shuck J. M., Pruitt B. A., Moncrief J. A. Homograft skin for wound coverage: a study in versatility. *Arch. Surg.* 1969. Vol. 98, N 4. Pp. 472–479.
65. Taylor A. C. Survival of rat skin and changes in hair pigmentation following freezing. *J. Exp. Zool.* 1949. Vol. 110, N 1. Pp. 77–112.
66. Total Burn Care. 4<sup>th</sup> ed. Ed. D. N. Herndon. Elsevier, 2012. 808 p.
67. Vloemans A., Middelkoop E., Kreis R. A historical appraisal of the use of cryopreserved and glycerol-preserved allograft skin in the treatment of partial thickness burns. *Burns.* 2002. Vol. 28, Suppl 1. Pp. 16–20.
68. Webster J. P. Refrigerated skin grafts. *Ann. Surg.* 1944. Vol. 120, N 4. Pp. 431–448.
69. Wentscher J. A further contribution about the survivability of human epidermal cells. *Deutsch. Z. Chir.* 1903. Vol. 70. Pp. 21–44.
70. Wood W. B. Jr Phagocytosis with particular reference to encapsulated bacteria. *Bact. Rev.* 1960. Vol. 24, N 1. Pp. 41–49.
71. Zaroff L. I., Mills W. Jr, Duckett J. W. [et al.]. Multiple uses of viable cutaneous homografts in the burned patient. *Surgery.* 1966. Vol. 59, N 3. Pp. 368–372.

Received 29.10.2015

**For citing.** Pleshkov A.S. K voprosu ob istorii primeneniya donorskoi kozhi dlya lecheniya ran. *Med. -biol. i sots. -psikhol. probl. bezopasnosti v chrezv. situatsiyakh.* 2016. N 2. Pp. 34–46. (In Russ.)

Pleshkov A.S. Development of allograft skin for wound coverage (Review of the literature). *Medical-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations.* 2016. N 2. Pp. 34–46.



## РОЛЬ ГИДРОКОЛЛОИДНЫХ РАНЕВЫХ ПОКРЫТИЙ В ЛЕЧЕНИИ РАН РАЗЛИЧНОЙ ЭТИОЛОГИИ В УСЛОВИЯХ ВОЕННОГО ГОСПИТАЛЯ

<sup>1</sup> Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова (Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6);

<sup>2</sup> Филиал № 4 1586-го Военного клинического госпиталя (Россия, г. Смоленск, ул. Фрунзе, д. 36)

Оценена эффективность гидроколлоидных раневых покрытий в лечении ран различной этиологии в условиях квалифицированной медицинской помощи. Проанализированы результаты применения раневых покрытий Silkofix Fibrotul-Ag и WD.Ag-silkofix у 30 пациентов с ранами различной этиологии, проходивших лечение в военном базовом госпитале (г. Смоленск) в 2010–2014 гг. Использовали морфометрию, бактериологические исследования. Описана динамика течения ран различной этиологии. Раневые покрытия Silkofix Fibrotul-Ag и WD.Ag-silkofix обеспечивают контролируемое течение раневого процесса. Они создают оптимальные условия для заживления ран различной этиологии, их хорошо переносят пациенты и можно реже менять, что позволяет рассматривать их как перспективные препараты местного консервативного лечения.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, медицина катастроф, ожог, рана кожи, язва кожи, раневое покрытие.

### Введение

В условиях чрезвычайных ситуаций мирного времени и повседневной жизни возникают ситуации, когда люди получают травмы, приводящие к нарушению целостности кожного покрова. Образующиеся раны всегда носят непредсказуемый характер по течению, и это происходит по ряду причин: во-первых, сложности возникают, когда рана имеет сложный рельеф и обширную площадь; во-вторых, когда пострадавшие находятся в преклонном возрасте и имеют сопутствующие заболевания. Нельзя не упомянуть сложности в комплекции лечебных учреждений специалистами и связанные со снабжением медицинским оборудованием и расходным имуществом.

Лечение пациентов такого профиля должно обеспечить стабилизацию течения хронических заболеваний, которые могут осложнить течение раневого процесса, а в некоторых случаях сделать его бесперспективным. Кроме того, необходимо создать улучшение общего состояния организма пострадавшего, простимулировав обменные процессы за счет включения витаминов и микроэлементов, препаратов иммуностропного действия, улучшающих реологические свойства крови и т. д. Оптимизация местного консервативного лечения также позволит сократить сроки лечения в виде наступления своевременной спонтанной эпителизации и эффективных пластических операций.

В связи с этим возникает необходимость в своевременном применении средств местного консервативного лечения, которые в короткий срок сделают течение раневого процесса предсказуемым, что, в свою очередь, закономерно приведет к восстановлению кожного покрова. В последнее время высокий спрос наблюдается в отношении отечественных медицинских разработок. Среди них можно выделить появление высокоэффективных раневых покрытий, которые создают оптимальные условия для заживления ран.

*Цель работы* – оценить эффективность гидроколлоидных раневых покрытий в лечении ран различной этиологии в условиях квалифицированной медицинской помощи.

### Материал и методы

Проанализированы результаты применения раневых покрытий Silkofix Fibrotul-Ag (стерильное, неадгезивное, на основе полиэстеровой сетки, импрегнированной пластиковой матрицей, содержащей липоколлоидный комплекс, включающий гидроколлоидные частицы: карбоксиметилцеллюлозу, мягкий парафин и ионы серебра) и WD.Ag-silkofix (стерильное, адсорбирующее, неадгезивное средство на нетканой основе) у 30 пациентов (основная группа) с ранами различной этиологии, проходивших лечение в филиале № 4 1586-го Военного клинического госпиталя (г. Смоленск) в 2010–2014 гг. В контрольную

Адмакин Александр Леонидович – канд. мед. наук доц., ст. препод. каф. термич. поражений Воен.-мед. акад. им. С. М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6); e-mail: admakin@yandex.ru;

Коваленко Алексей Анатольевич – нач. хирургич. отд-ния 1586-го Смоленского воен. госпиталя (Россия, 214018, г. Смоленск, ул. Фрунзе, д. 35).

Таблица 1

Количество пациентов в группах с ранами различной этиологии

Группа	Возраст, лет	Нозологическая форма				Всего
		раны гранулирующие	трофические язвы	ожоги	ссадины	
Основная	54 ± 3,2	9	11	3	7	30
Контрольная	53 ± 2,7	7	13	4	6	40

группу вошли 40 пациентов с ранами различной этиологии, которым в комплексном лечении применяли мази на водо- и жирорастворимой основе. Структура пациентов представлена в табл. 1.

В данной работе учитывали раны, лечение которых осуществляли без применения хирургических вмешательств (некрэктомии и аутодермопластики). Соответственно из ожогов исследовали поверхностные ожоги (II–IIIa степень или II степень по МКБ-10).

Покрытия выпускает фирма «Farmaplast» (Египет). В зависимости от модификации каждое покрытие имеет специфическую особенность и применяется в различные фазы раневого процесса. Раневое покрытие Silkofix Fibrotul-Ag накладывали на слабо и умеренно секретирующие раны, трофические язвы и ожоги, а также на ссадины. Раневое покрытие WD.Ag-silkofix накладывали на обильно секретирующие раны. По опыту предыдущего использования можно выделить следующие направления в применении указанных раневых покрытий: Silkofix Fibrotul-Ag – на трансплантаты после операции и для спонтанной эпителизации ран, WD.Ag-silkofix – для очищения ран, в том числе перед операцией и для окончательной эпителизации.

При ожогах II–IIIa степени покрытия накладывали на раны после их очищения от струпа, если таковой имелся. В остальных наблюдениях покрытия помещали на оголенный сосочковый слой дермы. Также поступали, если имелся участок некроза на трофической язве. Фиксировали повязки ватно-марлевым слоем.

В контрольной группе на протяжении всего лечения, вплоть до восстановления кожного покрова, применяли повязки с водорастворимой мазью «Левосин» и жирорастворимыми мазями (тетрациклиновая, фурацилиновая). Их смену выполняли через 1 сут или каждые сутки при необходимости, например, при усилении отделяемого из раны, нарастании процессов воспаления и пр.

В обеих группах применяли методы физического воздействия на раны (ультрафиолетовое облучение, высокочастотное воз-

действие, плазон-терапию). По показаниям назначали антибиотики.

Для контроля за течением раневого процесса использовали морфометрию и исследование микробного пейзажа раны. Данные исследования заносили в сводные таблицы.

Математическую обработку результатов исследования провели при помощи пакета прикладных программ описательной статистики Microsoft Excel 2003.

### Результаты и их анализ

У пациентов, вошедших в основную группу, раневые покрытия накладывали на раны после обработки последних антисептиками и высушивания стерильными марлевыми салфетками. Таким образом достигалось удаление остатков предыдущего раневого покрытия и гнойно-некротических масс. Далее накладывали покрытие, чтобы обеспечить полное прикрытие раневого дефекта. В дальнейшем смену покрытий выполняли, когда в этом была необходимость. Так, смену раневых покрытий Silkofix Fibrotul-Ag на гранулирующих ранах осуществляли в сроки ( $2,4 \pm 1,1$ ) сут, на трофические язвы – ( $3,1 \pm 1,2$ ) сут, на ожоги – ( $4,0 \pm 1,9$ ) сут, на ссадины – ( $5,5 \pm 2,5$ ) сут.

Чаще всего смену покрытий проводили у пациентов с гранулирующими ранами, так как отделяемое из ран было явно большим. Реже всего меняли покрытие у пациентов со ссадинами, так как отделяемого из таких ран было немного. У 3 пациентов с ссадинами раневое покрытие не меняли до полной эпителизации. Динамика сокращения площади ран представлена на рис. 1. Наиболее быстро эпителизировались ссадины. К 14-м суткам удавалось полностью восстановить кожный покров практически у всех пациентов. В динамике эпителизации ожогов отмечено закономерное их уменьшение к концу 3-й недели. Менее быстро происходило сокращение гранулирующих ран и трофических язв, что обусловлено не только глубиной поражения, но и сопутствующими заболеваниями.

В 6 наблюдениях (пациенты со ссадинами – 4, ожогами IIIa степени – 2, получавших консервативное лечение) раневое покрытие

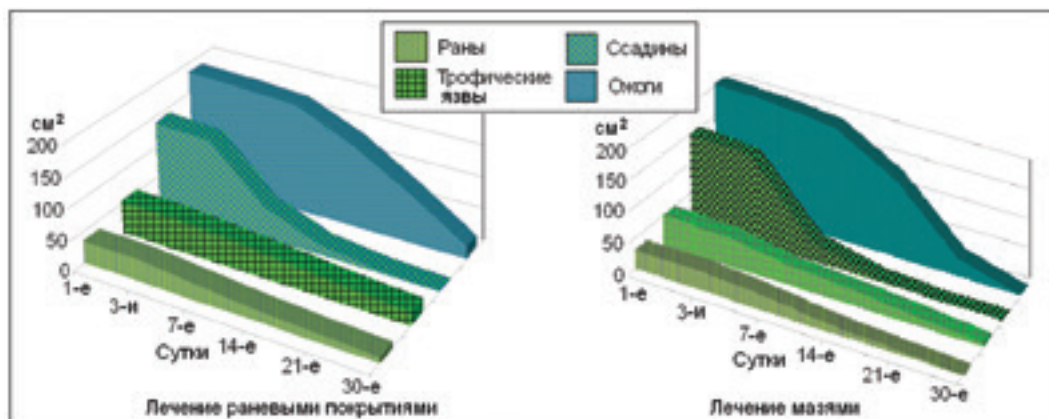


Рис. 1. Динамика сокращения площади ран в процессе лечения раневыми покрытиями (слева) и при лечении мазями (справа).

Silkofix Fibrotul-Ag оставалось на ранах от начала лечения и до полной эпителизации их.

У 2 пациентов с гранулирующими ранами восстановление кожного покрова проходило не только за счет краевой, но и за счет островковой эпителизации (рис. 2). Перевязки у этих пациентов выполняли по необходимости – для контроля течения раневого процесса. Остальным – покрытие меняли 1–2 раза/нед.

Применение раневых покрытий с развитием в ранах островковой эпителизации показывает получение оптимальных условий течения раневого процесса.

Ссадины при лечении мазями на водно-жирорастворимой основе эпителизовались в сроки, сравнимые с таковыми при использовании раневых покрытий (см. рис. 1). Однако смена раневых покрытий осуществлялась в 2–3 раза реже. Все остальные раны эпителизовались и сокращались в размерах более длительный срок. К концу 1-го

месяца значительно в размерах сократились только ожоговые раны. Остальные имели только тенденцию к уменьшению.

При использовании раневых покрытий у всех пациентов отмечены положительная динамика в микробном пейзаже ран, а также сокращение размеров ран с последующей эпителизацией. Исследование качественного состава микрофлоры ран до использования раневых покрытий показало наличие не только монофлоры, но и полимикробной флоры (табл. 2).

При первой перевязке отмечено значительное уменьшение микробной обсемененности ран. В первую очередь из микрофлоры ран устраняются бактерии, наименее устойчивые к антибактериальному действию покрытий. Через 1 нед после начала лечения покрытиями у некоторых пациентов сохранились *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Citrobacter* spp., у остальных – получены отрицательные результаты посевов.

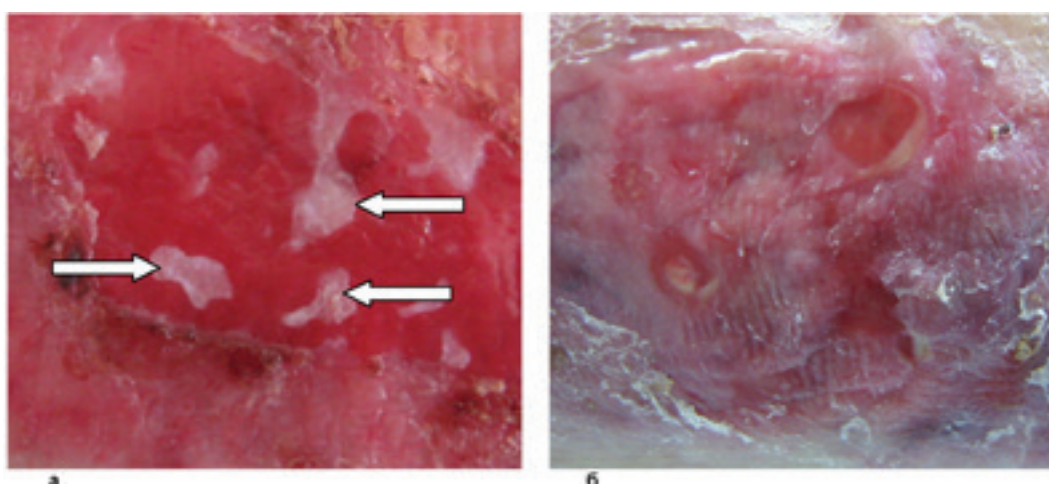


Рис. 2. Вид раны в процессе лечения повязками с раневым покрытием WD.Ag-silkofix у пациента К.: а – 18-е сутки от начала лечения (стрелки – участки с островковой эпителизацией); б – 25-е сутки.

**Таблица 2**

Пейзаж микробной флоры ран в процессе лечения раневыми покрытиями Silkofix Fibrotul-Ag (1) и WD.Ag-silkofix (2)

Микрофлора ран	Период и частота высева микроорганизмов у больных / раневое покрытие					
	до начала лечения		1-я перевязка после наложения покрытий		через 7 сут после начала лечения	
	1	2	1	2	1	2
Enterobacteriaceae spp.	2	4	–	–	–	–
Staphylococcus aureus	3	4	2	1	1	–
Staphylococcus epidermidis	2	2	1	1	–	–
Enterococcus faecalis	1	4	–	–	–	–
Proteus mirabilis	2	3	–	1	–	1
Pseudomonas aeruginosa	2	2	1	1	1	–
Citrobacter spp.	3	2	–	1	–	1
Escherichia coli	4	5	–	–	–	–
Монофлора/полифлора	15/5	22/8	3/1	4/1	2/0	2/0

**Таблица 3**

Пейзаж микробной флоры ран в процессе лечения мазевыми препаратами

Микрофлора ран	Период и частота высева микроорганизмов у больных		
	до начала лечения	1-я перевязка (через 1 сут)	2-я перевязка (через 6–7 сут)
Enterobacteriaceae spp.	4	1	–
Staphylococcus aureus	4	3	1
Staphylococcus epidermidis	5	4	–
Enterococcus faecalis	1	–	–
Proteus mirabilis	2	2	1
Pseudomonas aeruginosa	3	4	2
Citrobacter spp.	2	2	2
Escherichia coli	5	3	1
Монофлора/полифлора	26/8	19/5	7/2

У пациентов контрольной группы отмечен рост бактерий в посевах раневого отделяемого даже после 2-й перевязки (табл. 3). Все это свидетельствовало о затяжном очищении ран от гнойно-некротических масс и слабой контролируемости раневого процесса.

В основной группе был отмечен более низкий уровень болевых ощущений при выполнении перевязок в сравнении с контрольной группой. Кроме того, пациенты с наложенными покрытиями отмечали более комфортные ощущения в процессе лечения. Мацерация кожи в области ран не встречалась, в то время как при наложении мазей она отмечена в 4 случаях у пациентов с трофическими язвами. Эти положительные характеристики покрытий способствовали улучшению качества жизни пациентов в процессе лечения.

### Вывод

Раневые покрытия Silkofix Fibrotul-Ag и WD.Ag-silkofix обеспечивают контролируемое течение раневого процесса. Они создают оптимальные условия для заживления ран

различной этиологии, их хорошо переносят пациенты и можно реже менять, что позволяет рассматривать их как перспективные препараты местного консервативного лечения.

### Литература

1. Адмакин А. Л., Нигматулин М. Г., Смирнов Л. Б. Раневые покрытия в системе местного лечения ожогов // Вестн. Рос. воен.-мед. акад. 2009. № 1. Прил.: Актуальные вопросы клиники, диагностики и лечения больных в многопрофильном лечебном учреждении : материалы IX Всерос. науч.-практ. конф. С. 735.
2. Сошкина В. В., Будкевич Л. И., Астамирова Т. С. Дифференцированная тактика лечения детей с локальными ожогами с использованием серебросодержащих гидроколлоидных раневых покрытий // Рана и раневая инфекция : межрегион. науч.-практ. конф. Казань, 2013. С. 19–20.
3. Чернышев С. Н. Применение перевязочных средств Silkofix Professional в консервативном лечении ожоговых ран // Комбустиология. 2015. № 55. Актуальные вопросы лечения термической травмы : тез. конф. (Якутск, 7–11 сент. 2015). Режим доступа: [http://combustiology.ru/number\\_journal/pomer-55-2015/](http://combustiology.ru/number_journal/pomer-55-2015/).



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

Поступила 23.02.2016

**Для цитирования.** Адмакин А.Л., Коваленко А.А. Роль гидроколлоидных раневых покрытий в лечении ран различной этиологии в условиях военного госпиталя // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2016. № 2. С. 47–51.

---

## The role of Hydrocolloid wound dressings in the treatment of wounds of various etiology in the setting of military hospital

Admakin A.L.<sup>1</sup>, Kovalenko A.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kirov Military Medical Academy (Academica Lebedeva Str., 6, St. Petersburg, 194044, Russia);

<sup>2</sup> Branch N 4 of Smolensk Military Hospital N 1586 (Frunze Str., 35, Smolensk, 214018, Russia)

Aleksandr Leonidovich Admakin – PhD Med. Sci. Associate Prof., Thermal Lesions Department; e-mail: admakin@yandex.ru; Alexey Anatolievich Kovalenko – Head of Surgery Department.

**Abstract.** Effectiveness of Hydrocolloid dressings in the treatment of wounds of various etiologies was assessed in the settings of professional medical care. Outcomes after use of wound dressings Silkofix Fibrotul-Ag and WD.AG-silkofix were analyzed in 30 patients with wounds of different etiology treated in a military base hospital (Smolensk) over 2010–2014. Morphometry, bacteriological research were used. Healing process was described in wounds of various etiology. Wound coverings Fibrotul-Ag and WD.Ag-silkofix provide controlled wound healing. With them, wounds heal under optimal conditions; dressings are well tolerated by patients and should be changed less frequently. Therefore, they can be considered as promising preparations for the local conservative treatment.

**Keywords:** emergency situation, disaster medicine, skin wounds, burns, ulcers, wound cover.

### References

1. Admakin A.L., Nigmatulin M.G., Smirnov L.B. Ranevye pokrytiya v sisteme mestnogo lecheniya ozhogov [Wound coverings in the system of local treatment of burns]. *Vestnik Rossiiskoi Voenno-meditsinskoi akademii* [Bulletin of Russian Military Medical Academy]. 2009. N 1. Application: *Aktual'nye voprosy kliniki, diagnostiki i lecheniya bol'nykh v mnogoprofil'nom lechebno-uchrezhdenii* [Topical questions of clinic, diagnostics and treatment of patients in multidisciplinary hospital]: Scientific. Conf. Proceedings. P. 735. (In Russ)

2. Soshkina V.V., Budkevich L.I., Astamirova T.S. Differentsirovannaya taktika lecheniya detei s lokal'nymi ozhogami s ispol'zovaniem serebrosoderzhashchikh gidrokolloidnykh ranevykh pokrytii [Differentiated tactics of treatment of children with local burns using argentine comprising hydrocolloid wound dressing]. *Rana i ranevaya infektsiya* [Wound and wound infection]: Scientific. Conf. Proceedings. Kazan. 2013. Pp.19–20. (In Russ)

3. Chernyshev S.N. Primenenie perevyazochnykh sredstv Silkofix Professional v konservativnom lechenii ozhogovykh ran [Application of dressing Silkofix Professional in the conservative treatment of burns]. *Kombustologiya* [Combustiology]. 2015. N55. *Aktual'nye voprosy lecheniya termicheskoi travmy* [Topical questions of treatment of thermal injury]: Scientific. Conf. Proceedings. URL: [http://combustiolog.ru/number\\_journal/nomer-55-2015/](http://combustiolog.ru/number_journal/nomer-55-2015/). (In Russ)

Received 23.02.2015

**For citing.** Admakin A.L., Kovalenko A.A. Rol gidrokolloidnykh ranevykh pokrytii v lechenii ran razlichnoi etiologii v usloviyakh voennogo gospitalya. *Med.-biol. i sots.-psikhol. probl. bezopasnosti v chrezv. situatsiyakh*. 2016. N 2. Pp. 47–51. (In Russ.)

Admakin A.L., Kovalenko A.A. The role of Hydrocolloid wound dressings in the treatment of wounds of various etiology in the setting of military hospital. *Medical-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2016. N 2. Pp. 47–51.

## ОБЗОР СИСТЕМЫ МЕДИКО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ В АРМИИ США

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

Военнослужащие находятся в группе высокого риска по развитию психических расстройств, в том числе реакций боевого и военно-профессионального стресса и посттравматического стрессового расстройства. Реакции боевого и военно-профессионального стресса включают в себя все физиологические и психические реакции, возникающие в результате воздействия угрожающих жизни факторов боевой и служебной обстановки, непосредственных физических и психических травм. В армии США подразделения медико-психологической помощи осуществляют комплекс мероприятий по контролю боевого и военно-профессионального стресса среди военнослужащих, которые проводятся на протяжении всего срока их службы. Мероприятия по контролю боевого и военно-профессионального стресса включают в себя профессионально-психологический отбор кандидатов на военную службу, постоянный мониторинг психического состояния персонала, а также профилактику, раннее выявление и оказание помощи при дезадаптивных проявлениях боевого и военно-профессионального стресса. Программа профилактики и оказания помощи при боевом и военно-профессиональном стрессе оптимизирует показатели профессиональной деятельности военнослужащих, способствует поддержанию высокой боеспособности, предотвращает или минимизирует негативные последствия боевого и военно-профессионального стресса на психическое здоровье военнослужащих.

Ключевые слова: военная медицина, военная психиатрия, психопрофилактика, психическое здоровье, армия США, боевой и военно-профессиональный стресс.

Изучению проблемы сохранения психического здоровья военнослужащих, их медико-психологического сопровождения, а также перспективных технологий ранней диагностики психических расстройств в настоящее время уделяется много внимания [2–4]. Значительная доля психической патологии, в том числе донологического уровня, в структуре потоков раненых и больных на этапах медицинской эвакуации определяют актуальность разработки новых методов и технологий психологической и психиатрической помощи в военном здравоохранении с учетом зарубежного опыта [1, 2].

В армии США доктрина и стратегия управления человеческим капиталом рассматривает человеческий фактор как ключевой в обеспечении высокой боеспособности вооруженных сил. Среди 5 основных стратегических приоритетов построения вооруженных сил этой страны (Army Strategic Planning Guidance, ASPG), входящих в план развития армии (The Army Plan, TAP), 2 относятся к личному составу: подготовка командного звена с высокой степенью адаптивности и обучение высокопрофессиональных солдат [5]. В качестве основы поддержания высокой боеспособности военнослужащих рассматривается

построение системы психологической устойчивости («resilience») к потенциально травмирующим факторам профессиональной деятельности военнослужащих с одновременной профилактикой негативных последствий боевого стресса.

Анализ доступной литературы показывает, что в армии США разработана и постоянно совершенствуется комплексная и многоуровневая система контроля боевого и военно-профессионального стресса (Combat and Operational Stress Control, COSC), включающая не только специальные подразделения и учреждения, но и армейские структуры всех уровней и организации членов семей военнослужащих [6–8, 10, 13].

Боевой и военно-профессиональный стресс (Combat and Operational Stress, COS) включает в себя остро развившиеся и отсроченные эмоциональные, интеллектуальные, физиологические и поведенческие реакции лиц, подвергшихся потенциально травмирующему воздействию негативных факторов боевых действий (миротворческих операций) [9]. Основные потенциально травмирующие стресс-факторы подразделяются на психологические, эмоциональные, когнитивные, а также факторы среды и обитаемости. При

Дёмкин Андрей Делеорович – ст. лаборант науч.-исслед. центра, Воен.-мед. акад. им. С. М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6); e-mail: dr.demkin@mail.ru;

Марченко Андрей Александрович – д-р мед. наук проф., каф. психиатрии, Воен.-мед. акад. им. С. М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6); e-mail: andrew.marchenko@mail.ru;

Гончаренко Андрей Юрьевич – канд. мед. наук, докторант каф. психиатрии, Воен.-мед. акад. им. С. М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6); e-mail: goncharenko7@yandex.ru.

этом психотравмирующее воздействие факторов боевого и военно-профессионального стресса многократно усиливается вследствие действий противника или объекта проведения военной или специальной операции, направленных на убийство, нанесение вреда здоровью и благополучию, а также деморализацию военнослужащих.

Большинство реакций боевого стресса у военнослужащих проявляются в 1-й месяц, а их максимум (40%) – в 1-ю неделю боевых действий [11]. Адаптивные реакции боевого стресса, такие как сплочение воинских коллективов, усиление веры, появление чувства избранности и выполнения сверхзадачи могут улучшать приспособление военнослужащих к условиям ведения боевых действий и способствовать эффективности выполнения служебных обязанностей. Адаптивные реакции боевого стресса преобладают в слаженных и сплоченных воинских коллективах «семейного» типа, отношения в которых характеризуются доверием и взаимопомощью, на формирование которых в рамках стратегии «Армейская семья» (Army Family) направлена политика армии США. С 2016 г. в войсках этого государства, согласно программе развития армии будущего «Сила 2025» (Force 2015 and beyond, F2025B), запускается система постоянного совершенствования боеготовности подразделений ARFORGEN (Army Force Generation), направленная на циклическое воспроизводство хорошо обученных и сплоченных подразделений, которые проходят подготовку как единые коллективы [10].

Деадаптивные реакции боевого и военно-профессионального стресса, такие как страх, паника, диссоциативные нарушения, утрата веры и прочие когнитивные и эмоциональные нарушения, обозначают акронимом COSR (Combat and Operational Stress Reaction). Развитие COSR снижает возможности адаптации к условиям военной службы, может приводить к значительному ухудшению качества военно-профессиональной деятельности, снижению боеспособности, росту числа ошибок в операторской деятельности и случаев девиантного поведения военнослужащих. Помимо этого, COSR могут провоцировать развитие острых стресс-зависимых психических расстройств, приводить к развитию долговременных постстрессовых реакций и посттравматических стрессовых расстройств. Следует отметить, что многие из острых реакций COSR могут манифестировать симптомами психических расстройств психотического

уровня, но на самом деле являться лишь транзиторными реакциями боевого стресса либо результатом кумулятивного эффекта военно-профессионального стресса [8, 14].

В большинстве случаев реакции COSR проявляются в плохо подготовленных подразделениях с низким уровнем воинской дисциплины, слаженности и сплоченности. Деадаптивные реакции COSR часто сочетаются с проявлениями противоправного и криминального поведения военнослужащих.

Неконтролируемые реакции COSR и стрессобусловленное девиантное поведение приводят к деморализации личного состава, принятию ошибочных оперативно-тактических решений, росту боевых и небоевых санитарных и безвозвратных потерь, утрате техники и вооружений. Предупредить проявления COSR у военнослужащих не представляется возможным, так как острые стрессовые реакции являются естественными для нормального функционирования психики человека при воздействии интенсивных психотравмирующих факторов, характерных для военной службы и боевых действий [14].

Основные элементы существующей многоуровневой системы медико-психологического сопровождения военнослужащих армии США направлены на профилактику и реабилитацию боевого и военно-профессионального стресса (рис. 1).

На уровне войскового звена система контроля COSC слагается из общеармейской программы комплексной психофизиологической подготовки военнослужащих, членов их семей (Comprehensive Soldier and Family Fitness, CSF2) и постоянного мониторинга психического состояния военнослужащих, обучения, тренировок, консультаций и оказания доврачебной помощи со стороны подготовленных в специальных учебных центрах младших командиров, медиков (аналог санинструктора в Вооруженных силах России), капелланов (священников) и солдат-наставников (общее название – Master Resilience Trainers, MRTs). Интенсивный курс подготовки таких специалистов проводится в течение 10 дней в 16 армейских учебных центрах, университете Пенсильвании и других учебных заведениях. Так, на 2013 г. было подготовлено 19 тыс. младших командиров, при этом отмечается тенденция к постоянному увеличению числа подготавливаемых военнослужащих до 7 тыс. человек в год с тем, чтобы обеспечить наставником каждую роту в армии США. По окончании обучения они возвращаются

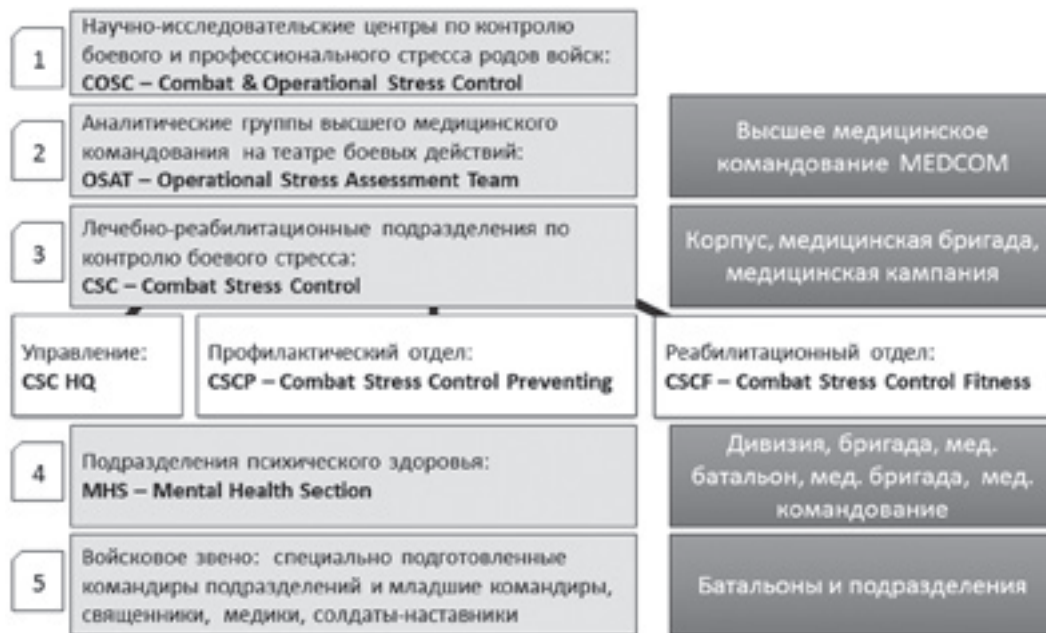


Рис. 1. Основные элементы системы медико-психологического сопровождения в армии США.

в свои подразделения, где проводят базовые психологические тренинги и консультации для военнослужащих, членов их семей и гражданского персонала [12].

В структуре медицинской службы армии США на уровнях дивизий, бригад, передовых обеспечивающих медицинских рот, батальонов и бригад, медицинского командования, при штабах корпусов и армий функционируют мобильные подразделения психического здоровья (Mental Health Section, MHS). Организационно-штатная структура подразделения состоит из 8 человек и включает в себя дивизионного психиатра (майор), социального психолога (капитан), клинического психолога (капитан), администратора (унтер-офицер) и 4 ассистентов (средний медицинский персонал). Основными задачами подразделений MHS являются: обучение военнослужащих способам повышения психологической устойчивости в рамках программы CSF2, проведение мониторинга психического здоровья и выявление военнослужащих, нуждающихся в квалифицированной помощи, осуществление краткосрочных вмешательств на догоспитальном этапе, реабилитация и сопровождение комбатантов, медицинская сортировка комбатантов с острыми психическими расстройствами и подготовка их к эвакуации в профильные медицинские учреждения, а также проведение мероприятий по восстановлению боеспособности воинских подразделений.

На уровне корпусов (корпусные медицинские бригады и штабы) функционируют мо-

бильные подразделения контроля боевого стресса (Combat Stress Control, CSC), состоящие из управления и отделений профилактики и реабилитации (см. рис. 1). В состав управления входит командир (подполковник), капеллан (капитан), помощник командира по медицинской части (капитан или старший лейтенант), старшина подразделения, администраторы по работе с пациентами (унтер-офицеры), специалист по химзащите и технический персонал (сержантский и рядовой персонал). Организационно-штатная структура профилактического отделения состоит из 16 человек: 4 социальных психолога (2 майора и 2 капитана), 4 клинических психолога (2 майора и 2 капитана), 4 администратора (унтер-офицеры) и 4 ассистента (средний медицинский персонал). Организационно-штатная структура реабилитационного отделения состоит из 20 человек: 2 психиатра (подполковник и майор), профпатолог (майор), медбрат (майор), администратор (унтер-офицер) и 8 ассистентов (унтер-офицеры и сержанты). Эти подразделения могут усиливать передовые структуры медицинской службы, госпиталя и MHS войскового звена. Они обеспечивают развертывание палаток медико-психологической помощи и реабилитации для краткосрочной помощи военнослужащим при явлениях COS, а также работают в качестве психиатрических отделений госпиталей, обеспечивающих зону боевых действий. Кроме этого, подразделения CSC оказывают помощь командованию в мониторинге ситуации, планировании и координации



сил и средств для оказания медико-психологической помощи при COS.

На уровне армейского командования США (см. рис. 1) действуют аналитические группы по оценке боевого стресса на театре боевых действий (Operational Stress Assessment Team, OSAT), формирующиеся из специалистов Армейского исследовательского института им. Уолтера Рида, Военно-воздушной медицинской исследовательской лаборатории, Медицинского исследовательского института химической защиты и Исследовательского института военной гигиены США. Организационно-штатная структура аналитической группы включает 3 психологов-исследователей или психиатров с опытом исследовательской работы (офицеры), 2 специалистов в области психического здоровья сержантского или рядового состава и специалистов по информационным технологиям. В задачи специалистов OSAT входят проведение макроанализа факторов COS, оценка состояния военнослужащих на уровне воинских подразделений и прогноз потребностей в оказании медико-психологической помощи на театре боевых действий.

Научно-методическое обеспечение системы контроля COS армии США обеспечивают научные центры по контролю боевого и военно-профессионального стресса родов войск и ведущие научные университетские центры США. Наиболее активными участниками исследовательских программ по проблемам посттравматического стрессового расстройства в США являются Национальный институт пси-

хического здоровья (NIMH), Национальный центр по проблемам ПТСП (US Department of Veterans Affairs), Центр психологического здоровья Минобороны (DCEPH TBI DCoE), Военно-медицинский университет (USUHS), Военный институт им. Уолтера Рида (WRAIR) [4].

По состоянию на 2013 г. командование армии США ставило следующие задачи по совершенствованию системы контроля боевого стресса (на примере корпуса морской пехоты):

1) повышение боеспособности и боеготовности подразделений за счет профилактики, раннего выявления и коррекции признаков COS;

2) повышение переносимости COS, развитие у военнослужащих и членов их семей механизмов психологической устойчивости (resilience) путем приобретения и применения на практике специальных психологических знаний, навыков и умений для управления своим психофизиологическим состоянием и психологической атмосферой в подразделении и семье;

3) реализация 5 основных элементов системы контроля COS у военнослужащих на уровне командования воинских подразделений: укрепление психологической устойчивости («resilience»), профилактика психотравмирующего воздействия факторов COS и своевременная коррекция его признаков, раннее выявление дезадаптивных стрессовых реакций, проведение стандартного 7-этапного комплекса первой помощи при COS (рис. 2), направление по показаниям



Рис. 2. 7-этапный комплекс помощи военнослужащему при боевом стрессе в армии США «7 Cs» («Севен Сииз» – омоним «Семи морей»).

за квалифицированной краткосрочной медико-психологической помощью в течение 24–72 ч, поддержка при реинтеграции комбатанта в подразделении;

4) создание в подразделениях условий и атмосферы, в которых военнослужащие могут свободно обращаться за помощью при дезадаптивных реакциях COS, не опасаясь насмешек со стороны сослуживцев, понижения неформального статуса в коллективе и проблем для перспектив служебного роста [7].

В рамках реализации программы COSC оценка эффективности проводимых мероприятий с помощью научных исследований осуществляется армейской исследовательской группой и внутренними инспекциями. По результатам исследований публикуют технические отчеты об эффективности внедрения программы. Основные результаты этих исследований показывают, что солдаты, которые проходили тренинги по психологической подготовке у обученных по упомянутым выше программам наставников, обладали более высоким уровнем нервно-психической устойчивости и в динамике имели лучшие показатели психического здоровья по сравнению с солдатами, которые не проходили специальную психологическую подготовку. Кроме того, в подразделениях, включенных в программу, было выявлено на 60% меньше случаев алкогольной и наркотической зависимости и на 13% меньше случаев тревожных расстройств, депрессии и посттравматического стрессового расстройства по сравнению с военнослужащими подразделений, не проходивших аналогичную подготовку [11]. Реализация программы COSC у военнослужащих ударных бригад, участвующих в боевых действиях, показала, что выраженность явлений боевого стресса и посттравматического стрессового расстройства были ниже у военнослужащих из подразделений, показавших хорошие результаты в психологических тренингах по саморегуляции, развитию уверенности и построению целей [14].

### Литература

1. Борисов Д.Н., Русев И.Т., Коровин Р.А., Барановский А.М. Структура и динамика заболевае-

мости военнослужащих Вооруженных сил Российской Федерации в 2004–2013 гг. // Medline.ru: рос. биомед. журн. Т. 16, ст. 54. С. 587–595. URL: <http://www.medline.ru/public/art/tom16/art54.html>.

2. Марченко А.А., Гончаренко А.Ю., Краснов А.А. [и др.]. Особенности диагностики невротических расстройств у военнослужащих // Вестн. Росс. воен.-мед. акад. 2015. № 1 (49). С. 48–53.

3. Мухина Н.А., Евдокимов В.И. «Сексуальная травма в армии» как фактор риска посттравматического стрессового расстройства у женщин-ветеранов в США (обзор литературы) // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2014. № 3. С. 84–93.

4. Сенопальников Е.Г., Лобачев А.В., Воскобойник В.В. Научные исследования посттравматического стрессового расстройства в США // Актуальные проблемы современной неврологии и психиатрии : сб. ст. и тез. всерос. науч.-практ. конф. / под ред. И.В. Литвиненко, В.К. Шамрея. СПб. : Альта Астра, 2015. С. 401–402.

5. Army U.S. Army Strategic Planning Guidance. Army Plan, 2014. 158 p.

6. Combat and Operational Stress Control / Field Manual Headquarters No 4-02.51 (8-51). Washington : Department of the Army, 2006. 145 p.

7. Combat and Operational Stress Control Program MCO 5351.1 MF / Department of the NAVY, Headquarters, U.S. Marine Corps. Washington : Pentagon, 2013. 98 p.

8. Combat and Operational Stress First Aid: Caregiver Training Manual / Bureau of Medicine and Surgery, Department of the Navy, National Center for PTSD. Department of Veterans Affairs, 2010. 111 p.

9. Department of Defense dictionary of military and associated terms (Joint Publication 1–02). Washington : Author, 2010. 45 p.

10. Force 2025 and Beyond. Win in a Complex World / U.S. Army Training and Doctrine Command (TRADOC). 2014. 89 p.

11. Hammermeister J. Military applications of performance psychology methods and techniques: an overview of practice and research from the U.S. Army // J. of Performance Psychology. 2011. N 3. P. 56–62.

12. Harms, P.D. Report #4: Evaluation of Resilience Training and Mental and Behavioral Outcomes // The Comprehensive Soldier and Family Fitness Program Evaluation. 2013. 19 p.

13. Leader's Manual for Combat Stress Control / Field Manual Headquarters FM 22-51. Washington : Department of the Army, 1994. 35 p.

14. Martin J., Sparacino R., Belenky G. The Gulf War and Mental Health: A Comprehensive Guide. Westport : Greenwood, 1996. 28 p.

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

Поступила 23.02.2016

**Для цитирования.** Дёмкин А.Д., Марченко А.А., Гончаренко А.Ю. Обзор системы медико-психологического сопровождения в армии США // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2016. № 2. С. 52–57.

## Review of the system of medical and psychological support in the US Army

Demkin A. D., Marchenko A. A., Goncharenko A. Yu.

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

Andrei Deleorovich Demkin – Research Associate; e-mail: dr.demkin@mail.ru;

Andrei Aleksandrovich Marchenko – Dr. Med. Sci. Prof., Psychiatry Department; e-mail: andrew.marchenko@mail.ru;

Andrei Yurevich Goncharenko – PhD Med. Sci., Psychiatry Department; e-mail: goncharenko7@yandex.ru.

**Abstract.** Military personnel are at high risk for developing mental disorders, including combat and operational stress reactions and posttraumatic stress disorder. Combat and Operational Stress includes all the physiological and emotional stresses encountered as a direct result of the life threatening dangers of combat and other operational environments, physical and mental injuries. In the U. S. Army Combat and Operational Stress Control (COSC) units provide assistance, education and training available for military personnel throughout entire military career. COSC activities include recruit's routine screening, continued surveillance throughout military service, and continuous assessment and consultation with medical and other personnel to prevent, identify, and manage adverse Combat and Operational Stress Reactions (COSR). Combat and Operational Stress Control program optimizes mission performance, conserves the fighting strength, and prevents or minimizes negative effects of COSR on military personnel's mental health. Its main goal is to return soldiers to duty and optimize their overall performance.

**Keywords:** military medicine, military psychiatry, mental disorders prevention, mental health, U.S. Army, combat and operational stress.

### References

1. Borisov D. N., Rusev I. T., Korovin R. A., Baranovskii A. M. Struktura i dinamika zabolevaemosti voennosluzhashchikh Vooruzhennykh sil Rossiiskoi Federatsii v 2004–2013 gg. [Structure and dynamics of disease incidence in Armed Forces of the Russian Federation over 2004–2013]. *Medline.ru*. Vol. 16, Art. 54. Pp. 587–595. URL: <http://www.medline.ru/public/art/tom16/art54.html>. (In Russ)
  2. Marchenko A. A., Goncharenko A. Yu., Krasnov A. A. [et al.]. Osobennosti diagnostiki nevroticheskikh rasstrojstv u voennosluzhashchih [Diagnostic features of neurotic disorders in military man]. *Vestnik rossijskoj voenno-meditsinskoj akademii* [Herald of the Russian Academy of Military Medicine]. 2015. N 1. Pp. 48–53. (In Russ)
  3. Mukhina N. A., Evdokimov V. I. «Seksual'naya travma v armii» kak faktor riska posttravmaticheskogo stressovogo rasstrojstva u zhenshchin-veteranov v SShA (obzor literatury). *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh* [Medical-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations] 2014. N 3. Pp. 84–93. (In Russ)
  4. Senopal'nikov E. G., Lobachev A. V., Voskoboinik V. V. Nauchnye issledovaniya posttravmaticheskogo stressovogo rasstrojstva v SShA [Scientific studies of PTSD in the US]. *Aktual'nye problemy sovremennoi nevrologii i psikiatrii* [Actual problems of modern neurology and psychiatry] Scientific. Conf. Proceedings. Eds. I. V. Litvinenko, V. K. Shamrei. Sankt-Peterburg. 2015. Pp. 401–402. (In Russ)
  5. Army U. S. Army Strategic Planning Guidance. Army Plan, 2014. 158 p.
  6. Combat and Operational Stress Control. Field Manual Headquarters No 4–02.51 (8–51). Washington: Department of the Army, 2006. 145 p.
  7. Combat and Operational Stress Control Program MCO 5351.1 MF. Department of the NAVY, Headquarters, U. S. Marine Corps. Washington: Pentagon, 2013. 98 p.
  8. Combat and Operational Stress First Aid: Caregiver Training Manual. Bureau of Medicine and Surgery, Department of the Navy, National Center for PTSD. Department of Veterans Affairs, 2010. 111 p.
  9. Department of Defense dictionary of military and associated terms (Joint Publication 1–02). Washington: Author. 2010. 45 p.
  10. Force 2025 and Beyond. Win in a Complex World / U. S. Army Training and Doctrine Command (TRADOC) 2014. 89 p.
  11. Hammermeister J. Military applications of performance psychology methods and techniques: an overview of practice and research from the U. S. Army. *J. of Performace Psychology*. 2011. N 3. Pp. 56–62.
  12. Harms, P.D. «Report #4: Evaluation of Resilience Training and Mental and Behavioral Outcomes». The Comprehensive Soldier and Family Fitness Program Evaluation. 2013. 19 p.
  13. Leader's Manual for Combat Stress Control. Field Manual Headquarters FM 22–51. Washington : Department of the Army, 1994. 35 p.
  14. Martin J., Sparacino R., Belenky G. The Gulf War and Mental Health: A Comprehensive Guide. Westport : Greenwood, 1996. 28 p.
- Received 23.02.2016

**For citing.** Demkin A. D., Marchenko A. A., Goncharenko A. Yu. Obzor sistemy mediko-psikhologicheskogo soprovozhdeniya v armii SShA. *Med.-biol. i sots.-psikhol. probl. bezopasnosti v chrezv. situatsiyakh*. 2016. N 2. Pp. 52–57. (In Russ.)

Demkin A. D., Marchenko A. A., Goncharenko A. Yu. Review of the system of medical and psychological support in the US Army. *Medical-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2016. N 2. Pp. 52–57.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЧЕТЫРЕХМЕРНОЙ ИЗОЛЯЦИИ В ПРОФИЛАКТИКЕ И ЛЕЧЕНИИ ПОЛЯРНОГО ДЕСИНХРОНОЗА

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

Отражены результаты пилотного исследования эффективности метода четырехмерной изоляции – хроноструктуризации среды обитания человека. Приводятся данные по клинической эффективности метода в лечении и профилактике десинхроноза у 42 военнослужащих в Арктической зоне Российской Федерации в период полярной ночи и после диагонального трансмеридианного перелета. Высказано мнение о целесообразности дальнейшего изучения эффективности применения метода четырехмерной изоляции с целью профилактики и лечения десинхроноза у полярников и летного состава авиации Арктической зоны, особенно у лиц, совершающих трансмеридианные и диагональные перелеты.

Ключевые слова: военнослужащие, Арктика, адаптация, десинхроноз, искусственный световой день, четырехмерная структуризация, среда обитания.

### Введение

Здоровье человека в условиях Крайнего Севера подвержено влиянию сложного комплекса факторов социального и геофизического характера. Изучение нарушений ритмичности различных функций организма открывает перспективу использования биоритмологической информации в качестве критерия оценки выраженности десинхроноза и диагностики состояния адаптационного напряжения. Значительный интерес представляет исследование адаптации человека к климато-географическим условиям как при постоянном проживании в Арктической зоне, так и при экспедиционно-вахтовой организации труда [1, 22].

В настоящее время существенно возрастают контингенты лиц, для которых в силу их профессиональной деятельности постоянная смена климато-географических условий является неотъемлемой частью жизни. В их числе летчики, стюардессы, вахтовые рабочие, спортсмены, политики, артисты, космонавты. Резкая смена этих условий ввиду широкого использования самолетов в качестве быстрого и удобного вида транспорта становится для людей одним из важнейших факторов экстремального воздействия на организм. Лица, совершающие продолжительные авиаперелеты и пересекающие порой по 10–12 часовых по-

ясов, по прилету подвержены синдрому смены часовых поясов.

Выделяют три фазы ресинхронизации циркадных ритмов после дальних перелетов:

– 1-я (первичные реакции адаптации) – продолжается около 1 сут и характеризуется наличием стресс-синдрома со значительным отклонением конечных приспособительных эффектов от константного уровня;

– 2-я (основная) – длится 5–7 сут. При этом происходит первоначальная перестройка функций организма и его регуляторных систем с включением компенсаторно-приспособительных реакций;

– 3-я (завершение фазы адаптации) – длится 10–15 сут. В течение этого времени постепенно восстанавливается стабильный уровень функционирования основных систем организма и завершается реформирование гомеостаза.

Тяжесть протекания синдрома смены часовых поясов зависит от физической подготовки и возраста, эмоционального состояния, направления перелета, количества пересеченных часовых поясов [14, 15]. При пересечении 2–3 часовых поясов изменения функционального состояния организма носят умеренный характер, и временная адаптация протекает достаточно быстро. При пересечении же 5–8 часовых поясов суточный ритм

Уховский Дмитрий Михайлович – канд. мед. наук, нач. науч.-исслед. лаб. (воен. терапии), Воен.-мед. акад. им. С. М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6); e-mail: dmitry2068@yandex.ru;

Богословский М. М. – д-р биол. наук проф., вед. науч. сотр., Воен.-мед. акад. им. С. М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6); e-mail: m2bog1@yandex.ru;

Мурзина Елена Викторовна – канд. биол. наук, ст. науч. сотр., Воен.-мед. акад. им. С. М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6);

Крылова Татьяна Георгиевна – канд. биол. наук, ст. науч. сотр., Воен.-мед. акад. им. С. М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6).



функций организма существенно нарушается, а процесс адаптации становится более продолжительным. При этом отмечается выраженное рассогласование циркадных ритмов в отношении двигательных возможностей, физиологических и психических реакций. В период развернутого («острого») десинхроноза усиливаются проявления инсомнии и вегетативных расстройств. Максимальное их выражение достигается на 2–4-е сутки после перелета. У 70–80% мигрантов наблюдаются нарушения режима сна – бодрствования, функций пищеварительной и выделительной систем, субъективного состояния; у 50% – имеют место гипертермические реакции [33]. В исследованиях, проведенных С. Н. Ежовым, показано, что при трансмеридианных перелетах индексная оценка общефизической готовности снижается на 12–14%, пульсовая стоимость тест-нагрузок увеличивается на 15–40%, психомоторная продуктивность (по точности двигательных реакций рук) ухудшается на 4–8% [15, 16].

Адаптация к новым условиям после пересечения 6–7 часовых поясов требует значительного времени. При этом скорость развития приспособительных реакций в отношении различных показателей варьирует в значительной мере, определяется индивидуальными особенностями человека и может продолжаться до 18 сут. Время засыпания и пробуждения, психомоторная и умственная деятельность обычно нормализуются в течение 7 сут, внутренняя температура тела – через 4–6 сут, частота сердечных сокращений – на 6–8-е сутки, работоспособность восстанавливается в течение 5 сут, другие показатели нормализуются позднее – через 7–10 сут и более [32]. Показатели максимального потребления кислорода резко снижаются на протяжении 2–3 сут после перелета, затем постепенно восстанавливаются, достигая исходных или более высоких величин на 7–13-е сутки, с полной нормализацией лишь на 18–20-е сутки. Продолжительность «острого» десинхроноза при пересечении более 7 часовых поясов составляет, в среднем, 1–1,5 нед, а полная перестройка временного гомеостаза требует не менее 1–1,5 мес [17, 20].

Следует отметить, что у пилотов, длительно работающих на дальних перелетах, дефицит когнитивной функции и снижение скорости сенсомоторных реакций, также как и качества профессиональных навыков, отмечаются постоянно, особенно у лиц с повышенным уровнем тревожности [21, 31]. В то

же время, около 25% лиц после перелетов через 5–8 часовых поясов почти не испытывают трудностей в связи с резким изменением времени, 20–25% лиц реагируют на смену уже 2–3 часовых поясов клиническими проявлениями десинхроноза.

У полярников, особенно из числа некоренного населения, специфический фото-периодизм Заполярья, обусловленный особенностями полярной ночи и полярного дня, способствует нарушению суточной периодики, что при нарушении динамического равновесия в регуляторных системах приводит к развитию разнообразных симптомокомплексов, достигающих своего пика в период полярной ночи. Для части акклиматизировавшихся в период адаптации полярная ночь оказывается сверхсильным раздражителем и приводит к десинхронизации их биологических и геофизических ритмов [13, 26]. Рядом исследователей показано, что именно световые датчики времени, к которым относят моменты восхода, захода Солнца и астрономического полдня, продолжительность дня и ночи, интенсивность света и его спектр, являются наиболее важными сигналами времени для живых организмов [28, 30]. Привязка к световым датчикам времени обеспечивается восприятием зрительной информации и вызывает широкий спектр физиологических реакций.

По мнению других исследователей [9, 26], суточную ритмику сна – бодрствования в полярных районах, как правило, определяет не световой фактор, а социальная жизнь, режим работы, бытовые и культурные факторы. Социальным времязадателем свойственна высокая стабильность положения на оси времени, практически независимая от географических факторов. Фактически система социальных времязадателей представляет собой жесткий временной каркас, в рамках которого формируется активность как отдельного человека, так и коллективов самого разного состава, объема и целевого назначения.

Особого внимания заслуживает промежуточная позиция, в соответствии с которой важен весь комплекс воздействий, включающий как физические, так и социальные времязадатели биоритмов [8, 24]. Прекрасным подтверждением этой точки зрения являются результаты почти 50-летних исследований показателей здоровья и работоспособности космонавтов в период полета на орбитальной станции в условиях невесомости и утраты привычных геофизических и социальных датчиков времени [2, 3, 19].

Строгое соблюдение распорядка дня, соответствующего 24-часовому земному дню и синхронизированного с московским временем, а также регулировка интенсивности и спектрального состава освещения в течение суток являются эффективными мерами профилактики десинхроноза и длительного поддержания работоспособности космонавтов на высоком уровне [7, 18, 23]. Согласно многочисленным научным исследованиям, доказана эффективность замены естественных времязадателей искусственными в профилактике десинхроноза в условиях орбитального полета [4, 7, 11]. Однако анализ научной литературы показал, что до настоящего времени этот метод не исследовали и не применяли в аналогичных целях ни в условиях Крайнего Севера, ни в других климато-географических областях.

Обобщая вышесказанное, разработка эффективных средств контроля и профилактики развития дизритмий, вызванных резкой сменой климато-географических условий, а также длительным пребыванием в экстремальных условиях Арктической зоны Российской Федерации, является актуальной научно-исследовательской проблемой, решение которой направлено на сохранение здоровья и увеличение трудового долголетия людей, профессионально связанных с риском развития десинхроноза.

*Цель исследования* – оценка эффективности метода искусственного светового дня в профилактике и немедикаментозном лечении десинхроноза в Арктической зоне Российской Федерации в период полярной ночи с декабря по февраль месяц включительно.

### Материал и методы

С целью изучения особенностей изменения хроноструктуры функционирования органов и систем организма в ответ на экстремальные климатические факторы внешней среды обследовано 42 военнослужащих в период полярной ночи в первые 3–4 мес после прибытия в приморскую зону Кольского полуострова. Средний возраст обследуемых составил  $(25,8 \pm 2,9)$  года. 1-ю группу составили 23 (55%) военнослужащих [средний возраст –  $(26,3 \pm 3,7)$  года], у которых наблюдались клинические проявления десинхроноза, 2-ю – 19 (45%) военнослужащих [средний возраст –  $(24,3 \pm 3,2)$  года] были практически здоровыми с незначительно выраженными аспектами десинхроноза. В 3-ю группу были включены 20 здоровых молодых мужчин

[средний возраст –  $(23,8 \pm 0,8)$  года], сопоставимых по росту-весовым показателям со 2-й группой военнослужащих, совершивших трансмеридианальный диагональный перелет из г. Благовещенска в г. Мурманск со сменной 6 часовых поясов и перемещением на  $180^\circ$  северной широты (более 2600 км по широте).

Все военнослужащие по роду служебной деятельности более 95% служебного и свободного времени проводили внутри негерметичных обитаемых объектов в условиях стабильной влажности и температуры окружающей среды ( $22\text{--}24^\circ\text{C}$ ), изоляции от воздействия низких температур воздуха, резких движений воздушных масс, атмосферных осадков, т. е. находились в условиях «трехмерной изоляции» в течение всего периода наблюдения. Под «трехмерной изоляцией» понимается помещение испытуемого в трехмерное пространство, изолированное от внешней среды по максимально достижимому в ходе эксперимента количеству свобод, описываемое тремя единичными ортогональными векторами и координатами и имеющее 3 однородных измерения – высоту, ширину и длину [10].

Для воспроизведения «четырёхмерной изоляции» испытуемым 1-й и 2-й группы в дополнение к имеющейся трехмерной изоляции в помещении методом искусственного светового дня [6] были созданы условия, препятствующие воздействию на них хрономаркеров внешней среды, с четко регламентированным режимом труда, приема пищи и отдыха. Отметим, что под «четырёхмерной изоляцией» принято рассматривать нахождение объекта в течение определенного времени в трехмерном изолированном пространстве с устойчивой внутренней хроноструктурой, не зависящей от внешней среды. 3 координаты четырехмерного пространства, в котором находится испытуемый, представляют собой декартовы координаты трехмерного евклидова пространства, а четвертая – временную координату [10, 12].

Хроноструктура среды обитания 1-й и 3-й групп была синхронизирована с местным временем, а во 2-й – со временем в пункте откомандирования («точке вылета»).

Метод искусственного светового дня заключался в комбинировании метода искусственного рассвета [34] и метода иллюзии светового дня [6], выполненного с учетом рекомендованных параметров освещения на космических станциях [11]. Длительность проведения исследования в 1-й и 3-й группе со-

ставила 90 сут, во 2-й – 14 сут. Обследование проводили еженедельно путем подробного фиксирования жалоб на ухудшение самочувствия и снижение работоспособности, последующего анкетирования, мониторинга интегральных показателей сердечно-сосудистой системы (систолического, диастолического, пульсового артериального давления, пульса), исследования электрокардиографических и вегетативных показателей по методу Ю.Н. Шишмарева [29]. Предварительно изучали анамнез. Каждому испытуемому выполняли эхокардиографию. Исследовали показатели углеводного и липидного обмена, уровни электролитов в крови (калий, натрий), гормонального статуса (кортизол, адреналин, норадреналин). Состояние вегетативной нервной системы оценивали методом вариационной пульсометрии, умственную работоспособ-

ность (скорость и качество ассоциативного мышления, состояние активного внимания и скорость операторской деятельности) – с помощью тестов «Порядок» и «Сумма» [5]. Медикаментозные средства не использовали.

### Результаты и их анализ

1-я группа военнослужащих по сравнению с 3-й характеризовалась выраженными гиперсомническими проявлениями, развитием астенического синдрома, повышением среднесуточных значений основных показателей гемодинамики, склонностью к артериальной гипертензии, значимыми изменениями биохимических показателей, уровней гормонов в плазме крови, гипертонусом симпатической нервной системы и снижением уровня оценки самочувствия, показателей умственной работоспособности (таблица).

Показатели здоровья военнослужащих

Показатель	Группа		p <
	1-я	3-я	
Систолическое АД, мм рт. ст.	126,1 ± 1,5	131,8 ± 0,9	0,001
Диастолическое АД, мм рт. ст.	64,9 ± 1,2	82,0 ± 0,9	0,05
Частота сердечных сокращений, уд./мин	65,1 ± 1,6	71,4 ± 1,0	0,001
Ударный объем, мл	92,3 ± 2,7	105,8 ± 1,4	0,001
Минутный объем кровообращения, мл	6016,0 ± 99,9	7526,0 ± 25,6	0,001
Общее периферическое сопротивление, дин/(см · с <sup>-5</sup> )	1153,0 ± 47,5	1267,0 ± 16,6	0,001
Общее линейное сопротивление, дин/(см · с <sup>-5</sup> )	251,8 ± 14,2	307,8 ± 12,8	0,001
Удельное периферическое сопротивление, усл. ед.	27,1 ± 0,9	29,5 ± 1,4	0,05
Конечный диастолический объем, мл	136,3 ± 2,0	143,3 ± 2,8	0,01
Конечный систолический объем, мл	41,5 ± 1,4	38,7 ± 2,1	0,05
Фракция укорочения, %	44,5 ± 1,9	46,2 ± 1,6	0,05
Фракция выброса, %	70,0 ± 1,3	74,5 ± 2,0	0,01
Индекс Кердо, усл. ед.	-22,2 ± 1,0	5,12 ± 2,6	0,001
Концентрация в плазме крови:			
холестерин, ммоль/л	4,60 ± 0,13	4,82 ± 0,12	0,05
триглицериды, ммоль/л	1,59 ± 0,08	2,03 ± 0,10	0,001
глюкоза, ммоль/л	4,72 ± 0,11	4,76 ± 0,09	0,05
инсулин, мкЕД/мл	18,7 ± 0,46	18,8 ± 0,63	0,05
активность ренина плазмы, нг/(мл · ч)	1,51 ± 0,0	2,60 ± 0,06	0,001
альдостерон, нг/дл	10,9 ± 0,25	10,5 ± 0,34	0,05
адреналин, нмоль/л	3,28 ± 0,11	5,64 ± 0,2	0,001
норадреналин, нмоль/л	1,47 ± 0,04	2,42 ± 0,05	0,001
тироксин (общий), нмоль/л	130,8 ± 4,75	133,8 ± 8,22	0,05
триодтиронин, нмоль/л	2,16 ± 0,04	2,26 ± 0,08	0,05
кортизол, нмоль/л	512,1 ± 30,0	557,4 ± 39,3	0,01
Психофизиологические показатели:			
оценка самочувствия, балл	7,4 ± 0,3	6,2 ± 0,2	0,01
тест «Сумма»:			
средняя скорость, знак/мин	126,2 ± 1,2	115,8 ± 2,0	0,01
пропуски, %	6,0 ± 0,3	9,0 ± 0,2	0,01
ошибки, %	1,7 ± 0,1	2,5 ± 0,2	0,01
тест «Порядок»:			
средняя скорость, знак/мин	62,3 ± 1,4	59,2 ± 1,4	0,01
ошибки, %	10,5 ± 0,4	12,1 ± 0,3	0,01

Выраженность изменений показателей у 1-й группы военнослужащих свидетельствовала о развитии у них десинхроноза II степени по Н. М. Фатеевой [25] и значительном снижении адаптационного потенциала.

После применения метода искусственного светового дня у 6 из 23 (26%) военнослужащих 1-й группы симптомы десинхроноза купировались в течение 14 сут, что отражалось в нормализации лабораторных показателей, интеллектуальной работоспособности и восстановлении 24-часовой периодики основных параметров изучаемых систем. У 9 (39%) – симптомы десинхроноза купировались в течение 30 сут, у 8 (35%) – клинические проявления десинхроноза в виде ухудшения общего самочувствия, нарушения сна (трудности засыпания), снижения интеллектуальной работоспособности исчезли через 60 сут, однако на протяжении всего периода наблюдения сохранялись сниженное количество статистически значимых 24-часовых ритмов и признаки адаптационного напряжения изучаемых органов и систем, которые расценивали как состояние скрытого десинхроноза.

У 7 из 20 (35%) военнослужащих 2-й группы после авиаперелета явлений десинхроноза I степени с разнонаправленными и неодновременными изменениями параметров изучаемых систем организма. Из их числа у 8 (40%) военнослужащих были жалобы на недомогание, ухудшение самочувствия и снижение работоспособности, которые отмечались в течение 3 сут. Эти болезненные проявления у части военнослужащих связывали с развитием общего адаптационного синдрома при контакте с окружающей средой до момента изоляции, а также с продолжающимся воздействием ряда экстремальных климатических факторов Севера: сниженного содержания кислорода в воздухе, резких колебаний барометрического давления и магнитного поля, аномально высоких уровней космической радиации. Полная нормализация показателей у большинства военнослужащих 2-й группы наступила на 4-е сутки наблюдения, у 5 (25%) – на 8-е сутки.

### Заключение

Таким образом, четырехмерная изоляция человека с депривацией внешних (в первую очередь световых) хроностимуляторов и заменой их искусственными времязадателями, а также с искусственной модификацией микроклиматических факторов в зоне изоляции

является эффективным методом лечения и профилактики десинхроноза в Арктической зоне России в период полярной ночи и после трансмеридианных авиаперелетов с кратковременным нахождением в пункте откомандирования.

Представляется целесообразным дальнейшее изучение эффективности применения четырехмерной структуризации изолированной среды обитания человека не только в период полярной ночи, но и во время полярного дня, на Крайнем Севере, а также в других климатических зонах, с целью профилактики и лечения десинхроноза у представителей профессий, связанных с продолжительными авиаперелетами или с длительным нахождением в условиях сниженного освещения (шахтеры, моряки-подводники, космонавты и т. д.).

### Литература

1. Агаджанян Н. А., Фатеева Н. М., Колпаков В. В. Биоритмы системы гемостаза при производственных миграциях. М. : Изд-во РУДН, 1999. 58 с.
2. Алпатов А. М. Циркадианные ритмы в условиях измененной силы тяжести : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 2000. 36 с.
3. Алякринский Б. С. Биологические ритмы и организация жизни человека в космосе. М. : Наука, 1983. 248 с. (Пробл. космич. биологии, т. 46)
4. Алякринский Б. С., Степанова С. И. По закону ритма / отв. ред. О. Г. Газенко. М. : Наука, 1985. 176 с.
5. Андреев О. А. Техника быстрого чтения. М. : АСТ, 2006. 316 с.
6. Беликова Т. М., Уховский Д. М., Белокопытова Е. В. Хроноструктурированная изоляция, как средство профилактики и лечения десинхроноза в условиях Арктической зоны России / Междунар. науч. ин-т «Educatio» : мед. науки. 2015. Т. IV, № 11. С. 86–88.
7. Беляев Р. И., Леонов А. В. Об освещении помещений орбитальных космических станций // Светотехника. 2007. № 4. С. 41–44.
8. Биологические ритмы : в 2 т. [Пер. с англ.] / под ред. Ю. Ашоффа. М. : Мир, 1984. Т. 1. 414 с.
9. Василевский Н. Н., Сороко С. И., Богословский М. М. Психофизиологические аспекты адаптации человека в Антарктиде. Л. : Медицина, 1978. 207 с.
10. Владимиров Ю. С. Пространство – время: явные и скрытые размерности. Изд. 2-е, перераб. и доп. М. : Либроком, 2010. 208 с.
11. ГОСТ Р 50804–95. Среда обитания космонавта в пилотируемом космическом аппарате. Общие медико-технические требования. М. : Госстандарт России, 1995. 71 с.
12. Грицунов А. В. Пространство – время как распределенная колебательная система : монография. Харьков : ХНУРЭ, 2015. 252 с.



13. Даниленко К. В. Роль световых воздействий в регуляции суточной, месячной и годовой цикличности у человека : автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Новосибирск, 2009. 34 с.
14. Дегтерева Е. В. Влияние трансмеридианных перелетов на здоровье человека // Молодой ученый. 2014. № 1. С. 164–166.
15. Ежов С. Н. Десинхронизирующие эффекты трансмеридианных перелетов (на модели спортивной деятельности) : автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Новосибирск, 2004. 44 с.
16. Ежов С. Н. Основные концепции биоритмологии // Вестник ТГЭУ. 2008. № 2. С. 104–121.
17. Корягина Ю. В., Фролов К. В., Блинов В. А., Сиренко Ю. И. Экологические аспекты адаптации населения России к поясному времени // Современ. пробл. науки и образования. 2014. № 3. URL: [www.science-education.ru/117-13786](http://www.science-education.ru/117-13786).
18. Леонов А. В., Беляев Р. И. Оптимизация параметров внутреннего освещения орбитальных космических станций [Электронный ресурс]. М. : ВНИСИ, 2007. URL: [http://ledor.ucoz.ru/doc/optimizacija\\_parametrov\\_vnutrennego\\_osveshhenija\\_o.doc](http://ledor.ucoz.ru/doc/optimizacija_parametrov_vnutrennego_osveshhenija_o.doc).
19. Мясников В. И. Влияние измененных режимов суточной деятельности на организм человека в условиях изоляции // Очерки психофизиологии труда космонавтов. М. : Медицина, 1967. С. 107–126.
20. Осиков М. В., Огнева О. И., Гизингер О. А., Федосов А. А. Этологический статус и когнитивная функция при экспериментальном десинхронозе в условиях светодиодного освещения // Фундамент. исслед. 2015. № 1 (часть 7). С. 1392–1396.
21. Пишак В. П., Загорский И. И. Функциональная организация фотопериодической системы головного мозга // Успехи физиологических наук. 2003. № 4. С. 37–53.
22. Пуликов А. С., Москаленко О. Л., Зайцева О. И. Психоэмоциональная характеристика молодого поколения с различным адаптационным потенциалом // Современ. исслед. соц. пробл. (электрон. науч. журн.). 2013. № 6 (26). URL: <http://journals.org/index.php/sisp/article/view/6201321>.
23. Сальницкий В. П., Дудукин А. В., Савченко Э. Г. [и др.]. Результаты операторской деятельности в космическом полете (эксперимент «пилот») при различных режимах труда и отдыха космонавтов // Авиакосмич. и экологич. медицина. 2012. Т. 46, № 5. С. 19–25.
24. Тимченко А. Н. Основы биоритмологии : учеб.-метод. пособие. Харьков : ХНУ им. В. Н. Каразина, 2012. 148 с.
25. Фатеева Н. М., Альберт Л. Н. Изучение биоритмов человека в условиях Крайнего севера при экспедиционно-вахтовой форме труда // Медицина: вызовы сегодняшнего дня : материалы междунар. науч. конф. Челябинск : Два комсомольца, 2012. С. 21–23.
26. Хаснулин В. И., Петров О. И., Хаснулина А. В. Изменение суточных ритмов при объединении часовых поясов как причина стресса и десинхронозов // Бюллетень СО РАМН. 2010. Т. 30, № 6. С. 140–143.
27. Хаснулин В. И., Хаснулина А. В. Индивидуальные психофизиологические и популяционные последствия десинхроноза у жителей Сибири при переходе на летнее время // Бюллетень СО РАМН. 2011. Т. 31, № 3. С. 40–44.
28. Хаснулин В. И., Хаснулин П. В. Современные представления о механизмах формирования северного стресса у человека в высоких широтах // Экология человека. 2012. № 1. С. 3–11.
29. Шишмарев Ю. Н. Состояние сердечно-сосудистой и эндокринной систем у человека при длительной работе в специальном фортификационном сооружении : автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Л., 1985. 38 с.
30. Cajochen C. Alerting effects of light // Sleep Med. Rev. 2007. Vol. 11, N6. P. 453–464.
31. Cho K., Ennaceur A., Cole J. C., Suh C. K. Chronic jet lag produces cognitive deficits // J. Neurosci. 2000. Vol. 20, N6. P. 66.
32. Duffy J. F. Entrainment of the human circadian system by light // J. Biol. Rhythms. 2005. Vol. 20, N4. P. 326–338.
33. Leatherwood W. E., Dragoo J. L. Effect of airline travel on performance : a review of the literature // Br. J. Sports Med. 2013. Vol. 47, N9. P. 561–567.
34. Wright I. C., Sham P., Murray R. M. [et al.]. Genetic contributions to regional variability in human brain structure : methods and preliminary results // Neuroimage. 2002. Vol. 17, N 1. P. 256–271.

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

Поступила 30.07.2015

**Для цитирования.** Уховский Д. М., Богословский М. М., Мурзина Е. В., Крылова Т. Г. Исследование эффективности четырехмерной изоляции в профилактике и лечении полярного десинхроноза // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2016. № 2. С. 58–65.

## Investigation of effectiveness of four-dimensional isolation in preventing and treating the polar desynchronization

Ukhovskii D.M., Bogoslovskii M.M., Murzina E.V., Krylova T.G.

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

Dmitrii Mikhailovich Ukhovskii – PhD Med. Sci., Head of the Research Lab (military therapy); e-mail: dmitry2068@yandex.ru;  
Mikhail Mikhailovich Bogoslovskii – Dr. Biol. Sci, Prof., leading researcher; e-mail: m2bog1@yandex.ru;  
Elena Viktorovna Murzina – PhD Biol. Sci., senior researcher;  
Tatiana Georgievna Krylova – PhD Biol. Sci., senior researcher.

**Abstract.** The article describes the results of pilot study of the effectiveness of four-dimensional isolation method – chronostructuring human environment. The method was tested for treatment and prevention of desynchronization in 42 military men serving in the Russian Arctic during the polar night and after a diagonal transmeridian flight. Four-dimensional isolation may be promising for treatment and prevention of desynchronization in polar explorers and airmen serving in the Far North of the Russian Federation, especially after diagonal and transmeridian flights.

**Keywords:** military personnel, Arctic, adaptation, desynchronization, artificial daylight, four-structuring, human environment.

### References

1. Agadzhanian N. A., Fateeva N. M., Kolpakov V. V. Bioritmy sistemy gemostaza pri proizvodstvennykh migratsiyakh [The biorhythms of homeostasis system during production migrations]. Moskva. 1999. 58 p. (In Russ.)
2. Alpatov A. M. Tsirkadiannye ritmy v usloviyakh izmenennoi sily tyazhesti [Circadian Rhythms under Modified Gravity]: Abstract dissertation Dr. Biol. Sci. Moskva. 2000. 36 p. (In Russ.)
3. Alyakrinskii B. S. Biologicheskie ritmy i organizatsiya zhizni cheloveka v kosmose [Biological Rhythms and Organization of Human Life in Space]. Moskva. 1983. 248 p. (*Problemy kosmicheskoi biologii* [Problems of space biology]. Vol. 46). (In Russ.)
4. Alyakrinskii B. S., Stepanova S. I. Po zakonu ritma [The Law of Rhythm]. Ed. O. G. Gizenko. Moskva. 1985. 176 p. (In Russ.)
5. Andreev O. A. Tekhnika bystrogo chteniya [The technique of speed reading]. Moskva. 2006. 316 p. (In Russ.)
6. Belikova T. M., Ukhovskii D. M., Belokopytova E. V. Khronostruktirovannaya izolyatsiya, kak sredstvo profilaktiki i lecheniya desinkhronoza v usloviyakh Arkticheskoi zony Rossii [Chronostructural isolation in prevention and treatment of desynchronization in the Russian Arctic]. *Mezhdunarodnyi nauchnyi institut «Educatio»: meditsinskie nauki* [International Scientific Institute «Educatio»: health sciences]. 2015. Vol. IV, N 11. Pp. 86–88. (In Russ.)
7. Belyaev R. I., Leonov A. V. Ob osveshchenii pomeshchenii orbital'nykh kosmicheskikh stantsii [About the Lighting of Orbital Space Stations]. *Svetotekhnika* [Lighting]. 2007. N 4. Pp. 41–44. (In Russ.)
8. Biologicheskie ritmy [Biological Rhythms]: in 2 Vol. Ed. Yu. Ashoff. Moskva. 1984. Vol. 1. 414 p. (In Russ.)
9. Vasilevskii N. N., Soroko S. I., Bogoslovskii M. M. Psikhofiziologicheskie aspekty adaptatsii cheloveka v Antarktide [Psychophysiological aspects of human adaptation in Antarctica]. Leningrad. 1978. 207 p. (In Russ.)
10. Vladimirov Yu. S. Prostranstvo – vremya: yavnye i skrytye razmernosti [Space – time: explicit and hidden dimensions]. Moskva. 2010. 208 p. (In Russ.)
11. GOST R 50804–95. Sreda obitaniya kosmonavta v pilotiruемом kosmicheskom apparate. Obshchie mediko-tehnicheskie trebovaniya [Cosmonauts habitable environments on board of manned spacecraft. General medicotechnical requirements]. Moskva. 1995. 71 p. (In Russ.)
12. Gritsunov A. V. Prostranstvo – vremya kak raspredelennaya kolebatel'naya sistema [Space – time as a distributed oscillating system]. Khar'kov. 2015. 252 p. (In Russ.)
13. Danilenko K. V. Rol' svetovykh vozdzeistvii v regulatsii sutochnoi, mesyachnoi i godovoi tsiklichnosti u cheloveka [The role of light effects in the regulation of the daily, monthly and yearly cycles in humans]: Abstract dissertation Dr. Med. Sci. Novosibirsk, 2009. 34 p. (In Russ.)
14. Degtereva E. V. Vliyanie transmeridiannykh pereletov na zdorov'e cheloveka [The Impact of Transmeridian Flights on Human Health]. *Molodoi uchenyi* [Young scientist]. 2014. N 1. Pp. 164–166. (In Russ.)
15. Ezhov S. N. Desinkhroniziruyushchie efekty transmeridiannykh pereletov (na modeli sportivnoi deyatel'nosti) [Desynchronizing Effect of Transmeridian Flights (as modeled by sports activities)]: Abstract dissertation Dr. Med. Sci. Novosibirsk. 2004. 44 p. (In Russ.)
16. Ezhov S. N. Osnovnye kontseptsii bioritmologii [Basic Concepts of Bio Rhythmology]. *Vestnik Tikhookeanskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta* [Bulletin of Pacific State University of Economics]. 2008. N 2. Pp. 104–121. (In Russ.)
17. Koryagina Yu. V., Frolov K. V., Blinov V. A., Sirenko Yu. I. Ekologicheskie aspekty adaptatsii naseleniya Rossii k poyasnomu vremeni [Environmental aspects of the Russian population adaptation to timezones]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education]. 2014. N 3. URL: [www.science-education.ru/117-13786](http://www.science-education.ru/117-13786). (In Russ.)
18. Leonov A. V., Belyaev R. I. Optimizatsiya parametrov vnutrennego osveshcheniya orbital'nykh kosmicheskikh stantsii [Optimization of internal illumination parameters of orbital space stations]. Moskva. 2007. URL: [http://ledor.ucoz.ru/doc/optimizatsiya\\_parametrov\\_vnutrennego\\_osveshheniya\\_o.doc](http://ledor.ucoz.ru/doc/optimizatsiya_parametrov_vnutrennego_osveshheniya_o.doc). (In Russ.)
19. Myasnikov V. I. Vliyanie izmenennykh rezhimov sutochnoi deyatel'nosti na organizm cheloveka v usloviyakh izolyatsii [Effect of changes in daily activity regimens on the human body under isolation conditions]. *Ocherki psikhofiziologii truda kosmonavtov* [Essays on the Psychophysiology of the Work of Astronauts]. Moskva. 1967. Pp. 107–126. (In Russ.)
20. Osikov M. V., Ogneva O. I., Gizinger O. A., Fedosov A. A. Etologicheskii status i kognitivnaya funktsiya pri eksperimental'nom desinkhronoze v usloviyakh svetodiodnogo osveshcheniya [Ethological status and cognitive function in experimental desynchronization induced by light-emitting diode lighting]. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental research]. 2015. N 1, Pt. 7. Pp. 1392–1396. (In Russ.)

21. Pishak V.P., Zamorskii I.I. Funktsional'naya organizatsiya fotoperiodicheskoi sistemy golovnogo mozga [Functional organization of the photoperiodic system in the brain]. *Uspekhi fiziologicheskikh nauk* [Success of Physiological Sciences]. 2003. N4. Pp. 37–53. (In Russ.)

22. Pulikov A. S., Moskalenko O. L., Zaitseva O. I. Psichoemotsional'naya kharakteristika molodogo pokoleniya s razlichnym adaptatsionnym potentsialom [Psycho-emotional characteristics of the young generation with different adaptive capacity]. *Sovremennye issledovaniya sotsial'nykh problem* [Modern research of social problems]. 2013. N6. URL: <http://journals.org/index.php/sisp/article/view/6201321>. (In Russ.)

23. Sal'nitskii V.P., Dudukin A.V., Savchenko E.G. [et al.]. Rezul'taty operatorskoi deyatel'nosti v kosmicheskom polete (eksperiment «pilot») pri razlichnykh rezhimakh truda i otdykha kosmonavtov [The results of operator performance during space flights under different regimens of work and rest of astronauts (experiment «pilot»)]. *Aviakosmicheskaya i ekologicheskaya meditsina* [Aerospace and environmental medicine]. 2012. Vol. 46, N5. Pp. 19–25. (In Russ.)

24. Timchenko A. N. Osnovy bioritmologii [Fundamentals of biorhythmology]. Khar'kov. 2012. 148 p. (In Russ.)

25. Fateeva N. M., Al'bert L. N. Izuchenie bioritmov cheloveka v usloviyakh krainego severa pri ekspeditsionno-vakhtovoi forme truda [The study of human biological rhythms in the Far North during expeditionary shift work]. *Meditsina: vyzovy segodnyashnego dnya* [Medicine: today's challenges]: Scientific. Conf. Proceedings. Chelyabinsk. 2012. Pp. 21–23. (In Russ.)

26. Khasnulin V. I., Petrov O. I., Khasnulina A. V. Izmenenie sutochnykh ritmov pri ob»edinenii chasovykh pojasov kak prichina stressa i desinkhronozov [Change of daily rhythms after unification of time zones as a cause of stress and desynchronization]. *Byulleten' Sibirskogo otdeleniya Rossiiskoi akademii meditsinskikh nauk* [Bulletin of Siberian branch of Russian academy of medical sciences]. 2010. Vol. 30, N6. Pp. 140–143. (In Russ.)

27. Khasnulin V. I., Khasnulina A. V. Individual'nye psikhofiziologicheskie i populyatsionnye posledstviya desinkhronoza u zhitelei Sibiri pri perekhode na letnee vremya [Individual physiological and population effects of desynchronization in inhabitants of Siberia after shifting to daylight saving time]. *Byulleten' Sibirskogo otdeleniya Rossiiskoi akademii meditsinskikh nauk* [Bulletin of Siberian branch of Russian academy of medical sciences]. 2011. Vol. 31, N3. Pp. 40–44. (In Russ.)

28. Khasnulin V. I., Khasnulin P. V. Sovremennye predstavleniya o mekhanizмах formirovaniya severnogo stressa u cheloveka v vysokikh shirotakh [Current understanding of the mechanisms of formation of Northern stress in humans at high latitudes]. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2012. N1. Pp. 3–11. (In Russ.)

29. Shishmarev Yu. N. Sostoyanie serdechno-sosudistoi i endokrinnoi sistem u cheloveka pri dlitel'noi rabote v spetsial'nom fortifikatsionnom sooruzhenii [The cardiovascular and endocrine systems in humans after long-term work in special fortifications]: Abstract dissertation Dr. Med. Sci. Leningrad. 1985. 38 p. (In Russ.)

30. Cajochen C. Alerting effects of light. *Sleep Med. Rev.* 2007. Vol. 11, N6. Pp. 453–464.

31. Cho K., Ennaceur A., Cole J. C., Suh C. K. Chronic jet lag produces cognitive deficits. *J. Neurosci.* 2000. Vol. 20, N6. Pp. 66.

32. Duffy J. F. Entrainment of the human circadian system by light. *J. Biol. Rhythms.* 2005. Vol. 20, N4. Pp. 326–338.

33. Leatherwood W. E., Dragoo J. L. Effect of airline travel on performance: a review of the literature. *Br. J. Sports Med.* 2013. Vol. 47, N9. Pp. 561–567.

34. Wright I. C., Sham P., Murray R. M. [et al.]. Genetic contributions to regional variability in human brain structure: methods and preliminary results. *Neuroimage.* 2002. Vol. 17, N1. Pp. 256–271.

Received 30.07.2015

**For citing.** Ukhovskii D.M., Bogoslovskii M.M., Murzina E.V., Krylova T.G. Issledovanie effektivnosti chetyrekhmernoi izolyatsii v profilaktike i lechenii polynornogo desinkhronoza. *Med.-biol. i sots.-psikh. probl. bezopasnosti v chrezv. situatsiyakh.* 2016. N 2. Pp. 58–65. (In Russ.)

Ukhovskii D.M., Bogoslovskii M.M., Murzina E.V., Krylova T.G. Investigation of effectiveness of four-dimensional isolation in preventing and treating the polar desynchronization. *Medical-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations.* 2016. N 2. Pp. 58–65.

## **ВОЗМОЖНОСТИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ И ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕЧЕНИЯ БАРОТРАВМЫ ЛЕГКИХ У ВОДОЛАЗОВ**

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

Баротравма легких – одно из наиболее тяжелых и распространенных специфических водолазных заболеваний. Диагностика баротравмы легких на месте водолазного спуска основывается на жалобах, медицинском осмотре пострадавшего и анализе обстоятельств водолазного спуска, с обязательной оценкой технического состояния водолазного снаряжения. В медицинских учреждениях дополнительно выполняют рентгенографию органов грудной клетки. При невыраженных и нетипичных клинических проявлениях диагноз «Баротравма легких» поставить сложно, что может привести к неправильному лечению и, следовательно, развитию осложнений. Рассмотрены 3 клинических случая заболеваний водолазов с подозрением на баротравму легких, в которых, наряду с общепринятыми методами диагностики, применяли компьютерную томографию. В 2 случаях диагноз баротравма легких был подтвержден и водолазам была проведена лечебная рекомпрессия, а в одном – данных за специфическую водолазную патологию не выявлено. Анализ показал, что использование компьютерной томографии при медицинском обеспечении водолазных спусков позволяет повысить эффективность диагностики и лечения баротравмы легких.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, водолазная медицина, водолаз, баротравма, компьютерная томография, легочная ткань, декомпрессия, лечебная рекомпрессия,

### **Введение**

Все формы баротравмы легких необходимо рассматривать как потенциально тяжелое заболевание в связи с возможным развитием из-за разрыва легочной ткани артериальной газовой эмболии. Радикальным методом лечения баротравмы легких у водолазов является лечебная рекомпрессия, заключающаяся в помещении пострадавшего под повышенное давление газовой среды в барокамеру с целью растворения газовых пузырьков и устранения тканевой гипоксии, с последующей безопасной декомпрессией.

Причиной заболевания является возникновение при компрессии–декомпрессии (погружение под воду и всплытие) или при дыхании в изолирующем снаряжении разницы давлений в легких и окружающей среде, приводящей к чрезмерному расширению грудной клетки и перерастяжению легких за пределы их эластических свойств, а также возникновению гидравлической волны в сосудах и отрицательного ускорения [6]. Для развития баротравмы легких достаточен перепад давления от 5,2 до 10,4 кПа (40–80 мм рт. ст.) [7].

Повышение давления наиболее часто встречается при быстром всплытии водолаза с произвольной или непроизвольной поддержкой дыхания с небольшой глубины на поверхность. Типичным примером снижения давления в легких по отношению к окружающей среде является осуществление вдоха при одновременном ограничении или полном прекращении поступления воздуха, или дыхательной газовой смеси в легкие (вдох из «пустого баллона»).

Вероятность возникновения баротравмы легких у водолазов в различных видах дыхательных аппаратов неодинакова. Это обусловлено конструктивными различиями схем дыхания и особенностями использования снаряжения. Наибольшую опасность представляют регенеративные аппараты (56,3% пострадавших использовали данное снаряжение), в 23,6% случаев баротравма легких возникла при пользовании водолазного снаряжения с открытой схемой дыхания (аквалангов). В последние годы возникновение баротравмы легких при дыхании в аквалангах увеличивается, что связано с ростом их

Мясников Алексей Анатольевич – д-р мед. наук, проф. каф. физиол. подвод. плавания Воен.-мед. акад. им. С. М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6); e-mail: a\_mjasnikov@mail.ru;

Кленков Ильяс Рифатьевич – ординатор каф. физиол. подвод. плавания Воен.-мед. акад. им. С. М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6); e-mail: fugazik@mail.ru;

Чернов Василий Иванович – канд. мед. наук, доц. каф. физиол. подвод. плавания Воен.-мед. акад. им. С. М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6);

Зверев Дмитрий Павлович – канд. мед. наук, нач. каф. физиол. подвод. плавания Воен.-мед. акад. им. С. М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6); e-mail: z. d.p@mail.ru.



использования в подводном туризме (дайвинге). Малоопытные любители подводного плавания (дайверы), наряду с личным составом спецподразделений (подводные боевые пловцы, диверсанты, использующие ребризеры), составляют группу риска по этому заболеванию [2, 4].

Сотрудник кафедры физиологии подводного плавания Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова В.Я. Назаркин проанализировал 174 случая возникновения баротравмы легких и показал – 23% из них своевременно не распознаются, что связано со скудностью клинических проявлений заболевания, сложностью использования объективных методов диагностики у места водолазного спуска и недостаточным знанием медицинскими специалистами этиопатогенеза баротравмы легких [3]. Ошибка в диагностике стертых клинических форм баротравмы легких встречается чаще (34%), чем при манифестной форме (20%). Неизбежным следствием этого являются задержка с началом патогенетической терапии (31%) и ошибки в ее проведении (38%). Неполноценность диагностики и лечения заболевания предопределяет высокий уровень осложнений при баротравме легких, к которым относятся: бронхопневмонии и бронхиты; расстройства сердечно-сосудистой деятельности; цереброспинальные нарушения, проявляющиеся расстройствами чувствительности, парезами и параличами (47%). Летальность при баротравме легких у водолазов составляет 24% [5].

До последнего времени единственным объективным методом диагностики баротравмы легких являлась рентгенография грудной клетки, которая способствует выявлению патологических изменений в анатомических структурах, расположенных в грудной полости. Однако рентгенография не способна выявить малые количества воздуха, которые могут стать причиной артериальной газовой эмболии, что часто приводит к ложноотрицательным результатам. В данном случае речь идет об отсутствии на рентгенограмме характерной для баротравмы легких рентгеносемиотики. Компьютерная томография (КТ) позволяет визуализировать «малые» признаки изменения паренхимы в отдельно взятой области, изучать на тонких, толщиной до 1 мм, срезах бронхиальное дерево вплоть до бронхиол, с последующей трехмерной реконструкцией изображения [9]. Метод КТ существенно расширяет возможности диагностики, так как определяет локализацию разрыва легочной

ткани, что может позволить выбрать оптимальное место для проведения плевральной пункции, необходимость проведения которой возникает при резком ухудшении состояния пострадавшего во время перехода с остановки на одной глубинной площадке на другую при декомпрессии [6].

Еще одним важным аспектом проблемы диагностики и лечения специфической водолазной патологии является то, что в «гражданских» высших медицинских учебных заведениях вопросы гипербарической физиологии и водолазной медицины практически не рассматриваются. Таким образом, сложилась ситуация, когда контингент людей, подвергающихся повышенному атмосферному давлению, расширился, количество обращений за медицинской помощью увеличилось, а пострадавшие не всегда имеют возможность проконсультироваться у специалиста, прошедшего обучение по водолазной медицине.

В 2011 г. разработаны Стандарты медицинской помощи водолазам с баротравмой легких и декомпрессионной болезнью, куда при оказании специализированной, в том числе высокотехнологичной помощи включена КТ [8]. Случаи применения КТ при диагностике специфической водолазной патологии единичны как из-за отдаленности лечебных учреждений от места проведения водолазного спуска, так и из-за необходимости немедленно начинать проведение лечебной рекомпрессии.

### **Клинические случаи и их анализ**

Проанализировали 3 случая заболевания водолазов, при диагностике которых использовалась КТ.

1. Инструктор-водолаз З., водолазный стаж 1 год, 25 спусковых часов. При спуске на Черном море (отработка задачи «хождение в ластах по азимуту на точность») в аппарате ИДА-71П на глубине 6 м получил специфическое водолазное заболевание – баротравму легких. Во время спуска под воду почувствовал затруднение дыхания. Сразу после подъема на катер водолаз, еще включенный на дыхание из аппарата, несколько раз покашлял; на бумаге отмечались кровянистые пенные выделения алого цвета. При аускультации и перкуссии, в анализах крови патологических отклонений не выявлено, на рентгенограмме определялось только усиление легочного рисунка в нижних отделах легких. Для уточнения диагноза была выполнена КТ органов грудной полости, которая показала разрыв легочной ткани с излитием крови. Диагноз баротрав-

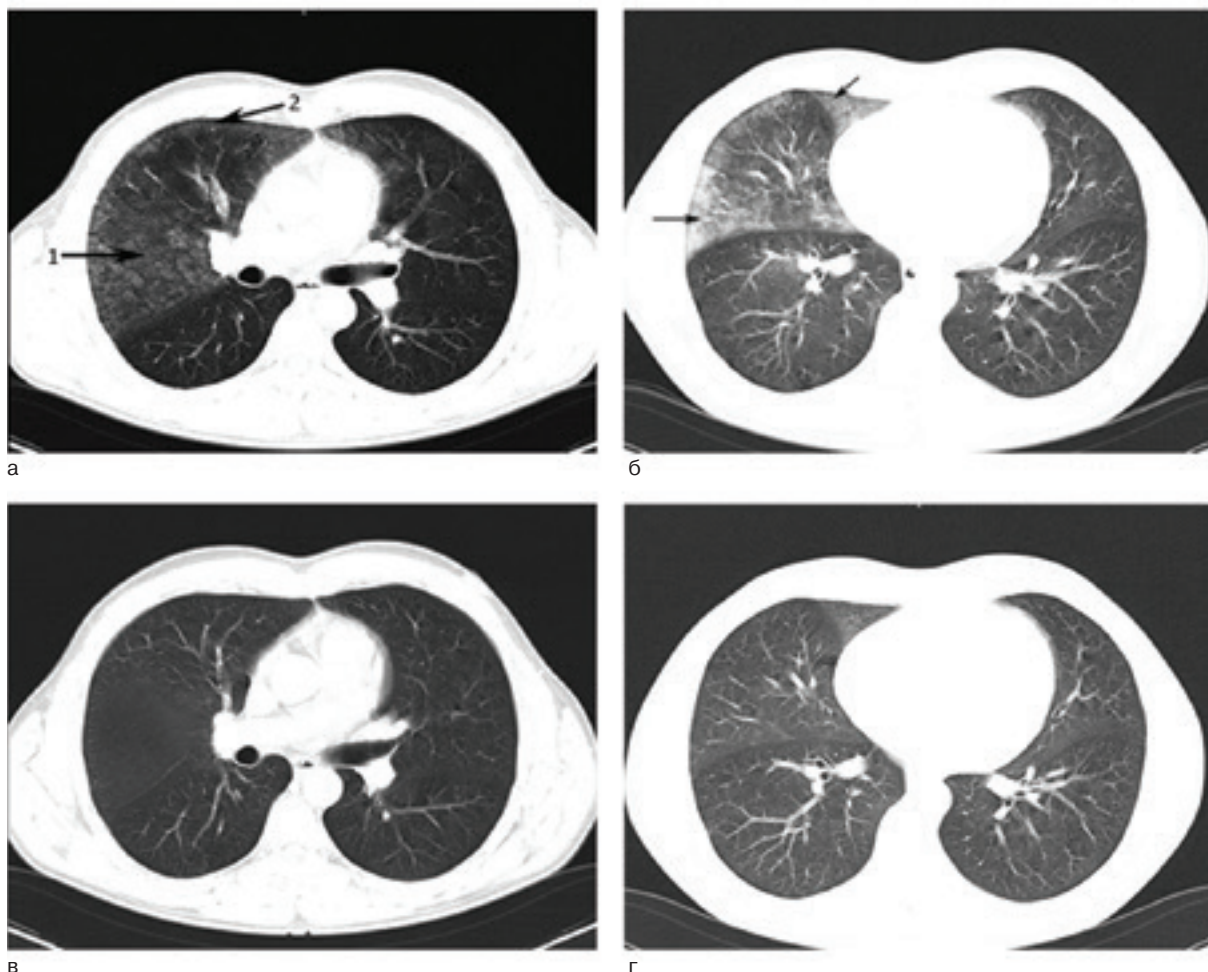
мы легких подтвержден, и больному выполнена лечебная рекомпрессия по II режиму [6]. В процессе повышения давления до 0,8 МПа водолаз сообщил о значительном улучшении своего состояния, через 10 мин нахождения под наибольшим давлением симптомы практически исчезли. После окончания лечебной рекомпрессии на контрольной КТ ранее выявленные патологические признаки отсутствуют. После медицинской реабилитации водолаз продолжил служебную деятельность [2].

На КТ органов грудной полости у водолаза З. определяется неравномерная пневматизация легких по типу «матового стекла». На скане КТ легких (аксиальная проекция, «легочное окно» – уровень выходного отдела правого желудочка) определяется выраженная неравномерность пневматизации легких за счет геморрагического пропитывания с утолщением межацинозных, междольковых перегородок – симптом «матового стекла» (рис. 1а). Также отмечается утолщение межацитарных

и междольковых перегородок с заполнением альвеол гиперденсивными включениями (кровь), располагающимися преимущественно, субплеврально в задних и наружных отделах  $S_{III}-S_{IX}$  правого легкого и  $S_{III}-S_V$  левого легкого (см. рис. 1б).

На контрольной КТ, выполненной после окончания лечебной рекомпрессии, признаков баротравмы легких не отмечено (см. рис. 1в, г).

У водолаза З. рентгеносемиотика не укладывается в рамки типичных клинических форм баротравмы легких. На томограмме выявлены признаки выраженного отека легких с отсутствием эмфиземы и пневмоторакса, которые характерны для баротравмы легких. Особенности возникновения отека легких при баротравме исследовал В.Я. Назаркин [3]. Он выделил атипичную форму баротравмы легких вследствие гидротравмы, которая возникает из-за действия гидростатического давления при нырянии и имеет сходные при-

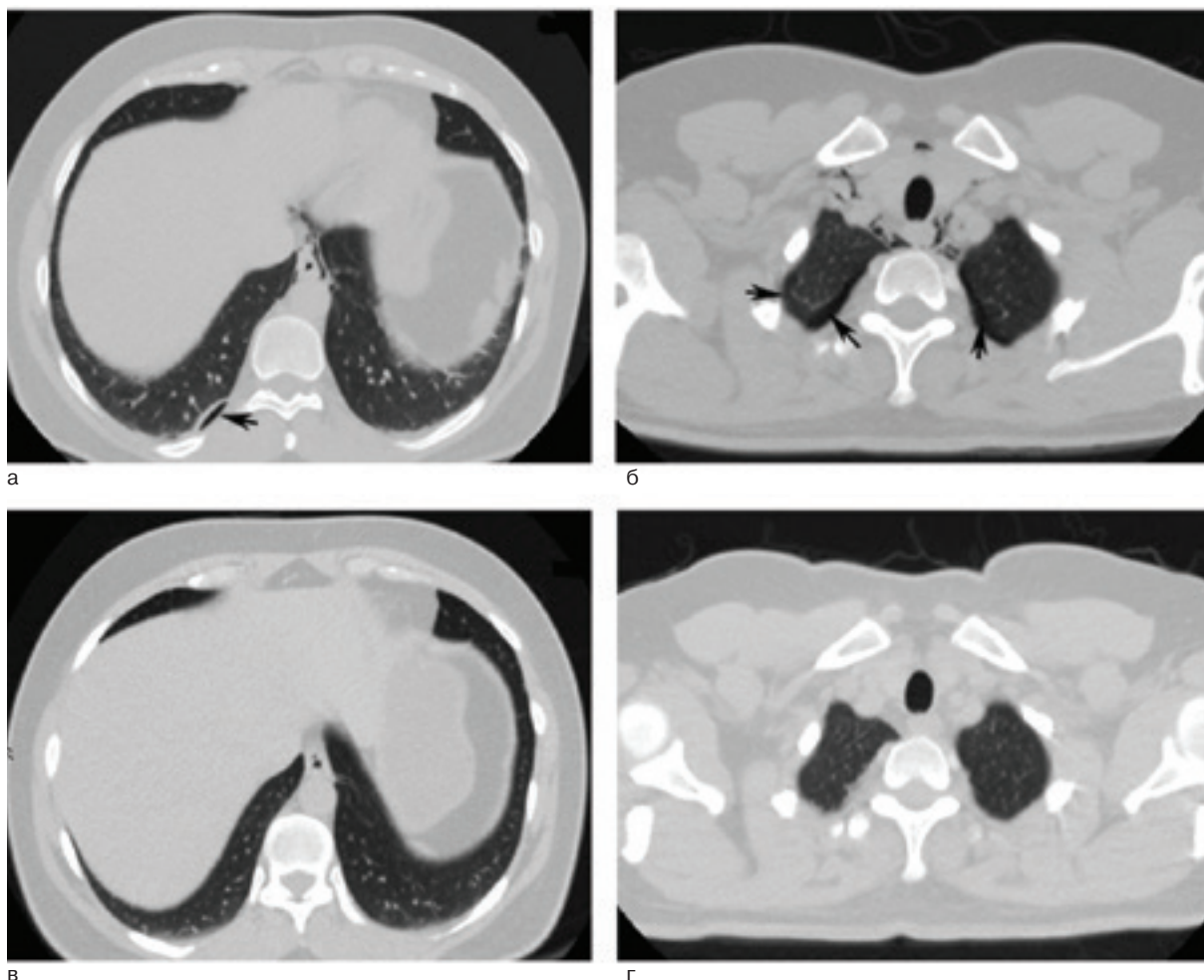


**Рис. 1.** Компьютерная томограмма инструктора-водолаза З. (аксиальная проекция, «легочное окно») до лечебной рекомпрессии: а) 1 – симптом «матового стекла»; 2 – кровь; б) стрелки – субплевральные кровоизлияния; в, г – после лечебной рекомпрессии.

знаки с обжатием грудной клетки. Развитие гидротравмы возникает в следующей последовательности: первичное переполнение сосудистой сети легких, появление застоя крови, набухание и отек легочной ткани с последующими вторичным разрывом сосудов и газовой эмболией. Генез и клинические проявления заболевания отличают его от типичной формы баротравмы легких, которая является следствием возникновения перепада давления и чрезмерного расширения легочной ткани. Общими для этих форм заболеваний являются повреждение легочной ткани и возможность развития артериальной газовой эмболии.

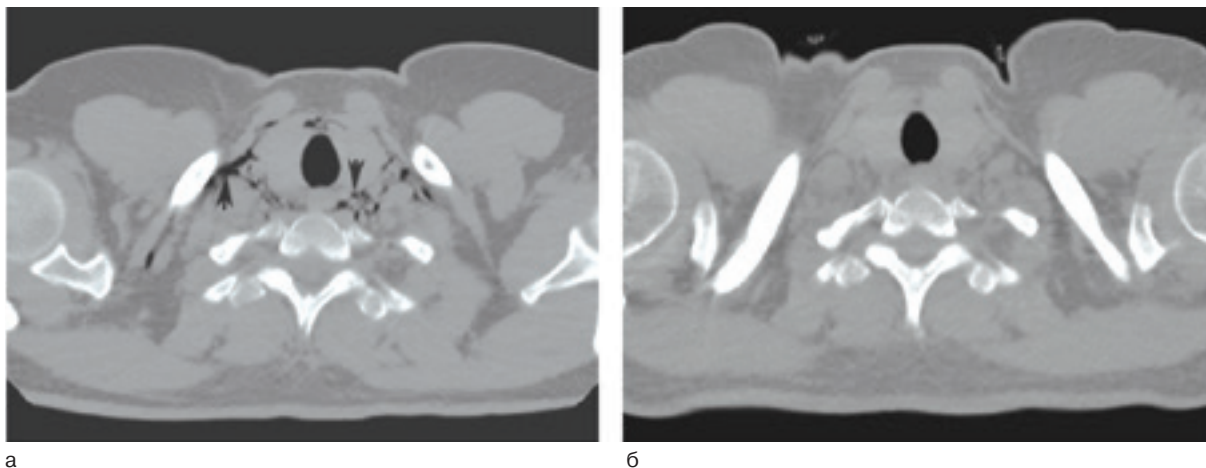
Водолаз несколько раз за один спуск совершал всплытие на поверхность с последующим погружением, в результате чего возникло пропотевание жидкой части крови и серозной жидкости в интеральвеолярное и интербронхиальное пространства, что, вероятно, и явилось условием для появления гидротравмы.

2. При погружении в бассейне водолаз-любитель С. отрабатывал на грунте прием «спасение партнера». Во время всплытия почувствовал резкое ухудшение самочувствия (резкую головную боль, дезориентацию в пространстве, общую слабость, кратковременную потерю сознания). Водолаз не отрицал задержку дыхания во время всплытия. В стационаре выполнена магнитно-резонансная томография головного мозга, признаков нарушения мозгового кровообращения не выявлено, и, несмотря на сохраняющуюся головную боль и общую слабость, пострадавший не был госпитализирован. На следующее утро симптомы усилились и к тому же появились новые – чувство нехватки воздуха и припухлости в области шеи. Проконсультирован водолазным врачом, было рекомендовано выполнение КТ органов грудной полости, по результатам которой поставлен диагноз «Баротравма легких» и проведена лечебная рекомпрессия.



**Рис. 2.** Компьютерная томограмма водолаза С. (аксиальная проекция, «легочное окно») до лечебной рекомпрессии: а – в S<sub>x</sub> правого легкого стрелкой показан пристеночный локальный пневмоторакс; б – в апикальных отделах правого и частично левого легких стрелками показано наличие воздуха в виде полосок; в, г – после лечебной рекомпрессии.





**Рис. 3.** Компьютерная томограмма водолаза С. (аксиальная проекция, «мягкотканое окно»): а – до лечебной рекомпрессии, стрелками показаны участки воздуха в подкожно-жировой клетчатке и межмышечных пространствах шеи; б – после лечебной рекомпрессии.

На серии КТ (аксиальная проекция, «легочное окно» на уровне реберно-диафрагмальных синусов) определяется в  $S_x$  правого легкого пристеночный локальный пневмоторакс размером около 4×20 мм (рис. 2а), в апикальных отделах правого легкого визуализируется полоска воздуха в плевральной полости толщиной до 6 мм (см. рис. 2б). На контрольной КТ после проведенного лечения характерных для баротравмы легких признаков не выявлено (рис. 2в, г).

На КТ у водолаза С. (аксиальная проекция, «мягкотканое окно») также определяется подкожная и межмышечная эмфизема груди и шеи. Кроме этого, в легких диссоциируется воздух в средостении (пневмомедиастинум) (рис. 3а). После лечебной рекомпрессии на контрольной КТ отмечено, что ранее выявленные признаки не обнаружены (см. рис. 3б).

На томограммах водолаза-любителя С. определяется рентгеносемиотика типичной смешанной формы баротравмы легких. Визуализируется воздух в легочной ткани, плевральной полости, средостении, подкожно-жировой клетчатке и межмышечных пространствах шеи. Причиной попадания воздуха в данные области является разрыв легочной ткани в субплевральной части  $S_x$  правого легкого, на томограмме в этом месте видны налеты фибрина. До лечебной рекомпрессии воздух периодически попадал в сосудистое русло, что способствовало эмболизации сосудов мелкого калибра и ишемическим проявлениям в кровоснабжаемых тканях. Субъективно это проявлялось кратковременной потерей сознания, головной болью и разбитостью. Без проведения лечебной рекомпрессии существовала вероятность закупор-

ки газовым пузырьком артериальных сосудов жизненно важных органов.

Аналогичный случай описывается в литературе [1]. Водолаз Р. (девушка), 27 лет, водолазный стаж 3 года. Во время второго погружения на глубине 12 м не смогла выровнять давление в полости среднего уха, в результате чего появились носовое кровотечение и кровоизлияние в склеры глаз. После подъема на пирс в нижней части грудной клетки почувствовала боль, которую в воде не ощущала. Через три дня из-за нарастающей боли обратилась за медицинской помощью. На рентгенограмме обнаружен пневмомедиастинум. Проведен курс гипербарической оксигенации (4 сеанса под давлением 0,25–0,3 МПа с экспозицией 45 мин), после которого отметила улучшение самочувствия, но через 7 сут повторно обратилась с жалобами на вновь возникшую боль. Была выполнена КТ органов грудной полости, на которой обнаружены патологические изменения, характерные для пневмоторакса. Лечение в виде сеансов гипербарической оксигенации позволило в какой-то степени уменьшить размер газовых пузырьков и улучшить оксигенацию тканей. Однако отсутствие регламентированной лечебной рекомпрессии привело к появлению остаточных явлений.

В руководстве для врачей по водолазной медицине Германии [10] описан случай (девушка, 26 лет, погружавшаяся в Средиземном море). После 4-го погружения появилась слабость в мышцах правой руки и правой ноги, которая прошла через полчаса. На следующий день во время погружения она почувствовала тошноту и головокружение. После выхода на поверхность заметила слабость во всем теле и потерю общей чувствительности, речь



была невнятная и заторможенная. Пациентке на месте назначили дыхание 100% медицинским кислородом, под действием которого в течение 2 ч возникло ухудшение самочувствия в виде усиления симптомов, в связи с чем девушка отказалась от дальнейшего лечения и вернулась в Германию. Выполнена КТ органов грудной полости, на которой обнаружена эмфизема в виде усиленной пневматизации на протяжении 2 см, что свидетельствует о перенесенной баротравме легких.

В представленных случаях отсутствие лечебной рекомпрессии привело к развитию осложнений в виде структурных нарушений в легких.

3. Водолаз-любитель Г., 33 года, совершил два погружения в акваланге под воду в Красном море на глубину 18 м. После второго погружения во время выхода из воды почувствовал сильную боль за грудиной и в левом коленном суставе, однако за медицинской помощью не обратился. Через три дня на фоне болей в груди и коленном суставе кратковременно потерял сознание, в себя пришел самостоятельно. По прибытию в Россию посетил несколько лечебных учреждений, выполнил множество диагностических и лечебных процедур, но улучшения не отметил, а напротив, появились боли в позвоночнике.

Для дифференциальной диагностики между специфической водолазной патологией: декомпрессионная болезнь (характерные боли в коленном суставе, лучезапястных суставах и позвоночнике) или баротравма легких (боли в груди, небольшая глубина погружения) и заболеваниями, не связанными с погружением под воду, была проведена КТ органов грудной полости.

У водолаза Г. на КТ данных за специфическую водолазную патологию не обнаружено, что позволило избежать проведения ненужной в данном случае лечебной рекомпрессии. Пациент был госпитализирован в кардиологический стационар для дальнейшего обследования и лечения.

### Заключение

Сведения об использовании компьютерной томографии в диагностике баротравмы легких водолазов немногочисленны. При манифестной форме баротравмы легких необходимо сразу проводить водолазу лечебную рекомпрессию. В сомнительных случаях, когда диагноз «Баротравма легких» не очевиден, следует выполнить дополнительные исследования, важнейшим из которых явля-

ется компьютерная томография. Нераспознанные и, следовательно, нелеченные случаи баротравмы легких являются одной из причин ухудшения состояния здоровья водолазов.

Анализ представленных клинических наблюдений, в диагностике и лечении которых авторы принимали участие, и данные литературы свидетельствуют, что компьютерная томография является информативным методом диагностики баротравмы легких и позволяет оценить эффективность проведенной лечебной рекомпрессии.

Для систематизации рентгеносемиотики баротравмы легких, по данным компьютерной томографии, необходимо проведение клинко-экспериментальных исследований.

### Литература

1. Митрохин А. А., Семенцов В. Н., Булатов Н. Н., Воднева М. М. Клинический случай диагностики и лечение баротравмы средостения у дайвера любителя // Баротерапия в комплексном лечении раненых, больных и пораженных : материалы IX всеарм. науч.-практ. конф. СПб. : ВМедА, 2015. С. 63.
2. Мясников А. А., Кленков И. Р., Дробович Г. В. Роль лучевой диагностики при баротравме легких в Вооруженных силах Российской Федерации // Баротерапия в комплексном лечении раненых, больных и пораженных: материалы IX всеарм. науч.-практ. конф. СПб. : ВМедА, 2015. С. 69.
3. Назаркин В. Я. Барогипертензионные поражения и баротравма легких при погружении человека под воду. Л. : ВМедА, 1979. 58 с.
4. Назаркин В. Я., Левшин И. В. Баротравма легких в водолазной практике. Л. : ВМедА, 2009. 51 с.
5. Назаркин В. Я. Условия баротравматического повреждения легких // Баротерапия в комплексном лечении раненых, больных и пораженных: материалы V всеарм. науч.-практ. конф. СПб. : ВМедА, 2003. С. 65.
6. Правила водолазной службы Военно-морского флота (ПВС ВМФ-2002). Ч. II. Медицинское обеспечение водолазов Военно-морского флота. М. : Воениздат, 2004. 176 с.
7. Сапов И. А. Физиология подводного плавания / под ред. И. А. Сапова. Л. : ВМедА, 1986. 436 с.
8. Соколов Г. М., Комаревцев В. Н. Принципы баротерапии при декомпрессионной болезни и баротравме легких на этапах оказания помощи // Баротерапия в комплексном лечении раненых, больных и пораженных: материалы IX всеарм. науч.-практ. конф. СПб. : ВМедА, 2015. С. 74.
9. Стрэнг Д. Г., Догра В. Секреты компьютерной томографии : пер. с англ. М.; СПб. : Бино : Диалект, 2012. 448 с.
10. Klingmann Ch., Tetzlaff K. Moderne Tauchmedizin. Handbuch für Tauchlehrer, Taucher und Ärzte. 2., vollständig überarbeitete Auflage. Alfons W. Gentner Verlag GmbH&Co.KG. Stuttgart, 2012. S. 248–249.

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

Поступила 29.02.2016

**Для цитирования.** Мясников А.А., Кленков И.Р., Чернов В.И., Зверев Д.П. Возможности компьютерной томографии для диагностики и оценки эффективности лечения баротравмы легких у водолазов // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2016. № 2. С. 66–72.

## Abilities of computed tomography in terms of diagnosing and estimation of pulmonary barotrauma treatment efficacy in divers

Mjasnikov A.A., Klenkov I.R., Chernov V.I., Zverev D.P.

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

Aleksej Anatol'evich Mjasnikov – Dr. Med. Sci. Prof., the Department of physiology of scuba diving; e-mail: a\_mjasnikov@mail.ru;  
Il'jas Rifat'evich Klenkov – doctor, the Department of physiology of scuba diving; e-mail: fugazik@mail.ru;  
Chernov Vasilij Ivanovich – PhD Med. Sci. Associate Prof. of Department of physiology of scuba diving.  
Dmitrij Pavlovich Zverev – PhD Med. Sci., Head of the Department of physiology of scuba diving; e-mail: z. d.p@mail.ru.

**Abstract.** Pulmonary barotrauma is one of the most serious and common diseases in divers. Pulmonary barotrauma diagnosis at the dive point is based on the complaints, physical examination of the patient and analysis of the dive-related circumstances followed by obligatory evaluation of the technical condition of patient's diving equipment. Medical institutions additionally perform chest radiography. If the clinical symptoms are scarce or atypical, pulmonary barotrauma is difficult to diagnose, which can result in maltreatment and, consequently, development of complications. Three clinical cases of divers with suspected pulmonary barotrauma are considered; in them, computed tomography was used along with well-established diagnostic methods. In two cases pulmonary barotrauma diagnosis was confirmed and the divers underwent therapeutic recompression, while in the third case no specific diving pathology was detected. According to our results, computed tomography used for medical support related to dives enhances efficacy of pulmonary barotrauma diagnosis and treatment.

**Keywords:** emergency situation, medicine of diving, diver, barotrauma, computed tomography, lung tissue, decompression, therapeutic recompression.

### References

1. Mitrokhin A. A., Sementsov V. N., Bulatov N. N., Vodneva M. M. Klinicheski sluchai diagnostiki i lechenie barotravmy sredosteniya u daivera lyubitelya [A clinical case of diagnosing and treatment of mediastinal barotraumias in an amateur diver]. *Baroterapiya v kompleksnom lechenii ranennykh, bol'nykh i porazhennykh* [Barotherapy as part of comprehensive treatment of the wounded, affected and diseased people]: IX Scientific. Conf. Proceedings. Sankt-Peterburg. 2015. P. 63. (In Russ.)
2. Myasnikov A. A., Klenkov I. R., Drobovich G. V. Rol' luchevoi diagnostiki pri barotravme legkikh v Vooruzhennykh silakh Rossiiskoi Federatsii [The role of the roentgen diagnostics in case of pulmonary barotrauma in the Armed Forces of the Russian Federation]. *Baroterapiya v kompleksnom lechenii ranennykh, bol'nykh i porazhennykh* [Barotherapy as part of comprehensive treatment of the wounded, affected and diseased people]: IX Scientific. Conf. Proceedings. Sankt-Peterburg. 2015. P. 69. (In Russ.)
3. Nazarkin V. Ya. Barogipertenzionnye porazheniya i barotravma legkikh pri pogruzhenii cheloveka pod vodu [Barohypertension traumas and pulmonary barotrauma caused by diving]. Leningrad. 1979. 58 p. (In Russ.)
4. Nazarkin V. Ya., Levshin I. V. Barotravma legkikh v vodolaznoi praktike [Diving and pulmonary barotrauma]. Leningrad. 2009. 51 p. (In Russ.)
5. Nazarkin V. Ya. Usloviya barotravmaticheskogo povrezhdeniya legkikh [Conditions facilitating barotraumatic pulmonary injury]. *Baroterapiya v kompleksnom lechenii ranennykh, bol'nykh i porazhennykh* [Barotherapy as part of comprehensive treatment of the wounded, affected and diseased people]: V Scientific. Conf. Proceedings. Sankt-Peterburg. 2003. P. 65. (In Russ.)
6. Pravila vodolaznoi sluzhby Voenno-morskogo flota (PVS VMF-2002) [Rules of the diving service of the Navy (RDSN-2002)]. Pt. II. *Meditsinskoe obespechenie vodolazov Voenno-morskogo flota* [Medical support of divers of the Navy]. Moskva. 2004. 176 p. (In Russ.)
7. Sapov I. A. Fiziologiya podvodnogo plavaniya [Physiology of diving]. Leningrad. 1986. 436 p. (In Russ.)
8. Sokolov G. M., Komarevtsev V. N. Printsipy baroterapii pri dekompressionnoi bolezni i barotravme legkikh na etapakh okazaniya pomoshchi [Principles of barotherapy in case of compressed-air disease and pulmonary barotrauma at the stage of delivery of care]. *Baroterapiya v kompleksnom lechenii ranennykh, bol'nykh i porazhennykh* [Barotherapy as part of comprehensive treatment of the wounded, affected and diseased people]: IX Scientific. Conf. Proceedings. Sankt-Peterburg. 2015. P. 74. (In Russ.)
9. Streng D. G., Dogra V. Sekrety komp'yuternoi tomografii [Secrets of computed tomography]. Moskva; Sankt-Peterburg. 2012. 448 p. (In Russ.)
10. Klingmann Ch., Tetzlaff K. Moderne Tauchmedizin. Handbuch für Tauchlehrer, Taucher und Ärzte. 2., vollständig überarbeitete Auflage. Alfons W. Gentner Verlag GmbH&Co.KG. Stuttgart, 2012. S. 248–249.

Received 29.02.2016

**For citing.** Mjasnikov A.A., Klenkov I.R., Chernov V.I., Zverev D.P. Vozmozhnosti komp'yuternoi tomografii dlya diagnostiki i otsenki effektivnosti lecheniya barotravmy legkikh vodolazov. *Med.-biol. i sots.-psikhol. probl. bezopasnosti v chrezv. situatsiyakh*. 2016. N 2. Pp. 66–72. (In Russ.)

Mjasnikov A.A., Klenkov I.R., Chernov V.I., Zverev D.P. Abilities of computed tomography in terms of diagnosing and estimation of pulmonary barotrauma treatment efficacy in divers. *Medical-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2016. N 2. Pp. 66–72.

## К ВОПРОСУ О ЛЕЧЕНИИ ДЕКОМПРЕССИОННЫХ РАССТРОЙСТВ, ВОЗНИКШИХ У АКВАНАВТОВ В ХОДЕ ДЕКОМПРЕССИИ С ГЛУБИН ДО 300 М ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КИСЛОРОДНО-АЗОТНО-ГЕЛИЕВОЙ СРЕДЫ

Научно-исследовательский институт (спасания и подводных технологий)  
Военно-морской академии им. Адмирала Флота Советского Союза Н. Г. Кузнецова  
(Россия, Санкт-Петербург, г. Ломоносов, ул. Морская, д. 4)

Рассмотрены особенности лечения декомпрессионных расстройств у водолазов при работах методом длительного пребывания под давлением искусственной газовой и водной среды до 3,1 МПа. Показано, что когда декомпрессионные расстройства отягощены противодиффузионным пересыщением, целесообразно повышать давление азотом до парциального давления 360–400 кПа одновременно с обогащением газовой среды кислородом до 60–80 кПа.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, подводная медицина, декомпрессионное расстройство, акванавт, длительное пребывание под давлением, рекомпрессия, противодиффузия газов.

Радикальным методом лечения декомпрессионных расстройств и первоочередным лечебным мероприятием является рекомпрессия – повторное повышение давления. Лечение осуществляется в барокамере (барокомплексе) и включает в себя три этапа: повышение давления до назначенной величины (собственно рекомпрессию), пребывание под достигнутым давлением и декомпрессию до нормального атмосферного в соответствии со специальным режимом.

Увеличение давления окружающей среды вызывает уменьшение объема газовых пузырьков, сформировавшихся в крови и тканях, когда снижение давления среды не адекватно реальным процессам насыщения тканей организма от индифферентных газов. Кроме того, при рекомпрессии возникают благоприятные условия для диффузии газа из пузырька в ткань. Газовые пузырьки уменьшаются и, в итоге, распадаются на молекулы, т. е. устраняется основной этиологический фактор, вызвавший заболевание. Этот процесс требует времени, которое зависит от величины окружающего давления, диффузионных свойств индифферентного газа и геометрии самих газовых пузырьков. Лечебный эффект при рекомпрессии также обусловлен благоприятным действием повышенных парциальных давлений кислорода, нормализующих оксигенацию тканей. При неполном растворении газовых

пузырьков последующее снижение давления становится причиной повторного увеличения их объема, а в ходе снижения давления или после завершения декомпрессии не исключены рецидивы декомпрессионной болезни (ДБ).

Симптомами декомпрессионных расстройств у водолазов (акванавтов), выполняющих работы методом длительного пребывания под повышенным давлением, являются мышечно-суставные боли, кожные проявления, вестибулярная форма ДБ (синдром Меньера) [1, 6–8].

Современные принципы лечения ДБ и соответствующие режимы изложены в специальной литературе [3]. В глубоководных насыщенных погружениях, проводимых за рубежом, используются, преимущественно, кислородно-гелиевые среды и смеси. При мышечных и суставных болях у водолаза в ходе декомпрессии из условий длительного пребывания под повышенным давлением его в барокомплексе повышают гелием до величины, при которой существенно облегчаются болевые ощущения (но не более чем на 20 м сверх глубины, на которой возникло заболевание). Выдержка при достигнутом давлении должна быть не менее 2 ч. При тяжелой ДБ давление увеличивают до значения, не более чем на 30 м превышающего глубину, на которой появились симптомы. Выдержка должна быть не менее 12 ч, затем проводят декомпрессию до поверхности.

Советов Владимир Игоревич – д-р мед. наук проф., вед. науч. сотр., Науч.-исслед. ин-т (спасания и подводных технологий) Воен.-мор. акад. им. Н. Г. Кузнецова (Россия, 189412, Санкт-Петербург, г. Ломоносов, ул. Морская, д. 4); e-mail: svi@oxymed.ru;

Бардышева Ольга Федоровна – ст. науч. сотр., Науч.-исслед. ин-т (спасания и подводных технологий) Воен.-мор. акад. им. Н. Г. Кузнецова (Россия, 189412, Санкт-Петербург, г. Ломоносов, ул. Морская, д. 4);

Мотасов Григорий Петрович – канд. мед. наук, ст. науч. сотр., Науч.-исслед. ин-т (спасания и подводных технологий) Воен.-мор. акад. им. Н. Г. Кузнецова (Россия, 189412, Санкт-Петербург, г. Ломоносов, ул. Морская, д. 4); e-mail: mgp777@mail.ru.

Для отечественной технологии глубоководных погружений методом длительного пребывания под повышенным давлением наиболее характерно создание в отсеках барокомплекса кислородно-азотно-гелиевой среды, в то время как при работе под водой для дыхания применяют кислородно-гелиевые смеси.

На Военно-морском флоте (ВМФ) были разработаны эффективные режимы рекомпрессии для лечения ДБ и баротравмы легких, возникших у акванавтов при декомпрессии из условий длительного пребывания под повышенным давлением, например, с глубин до 300 м при использовании кислородно-азотно-гелиевой среды, включенные в «Правила водолазной службы Военно-морского флота» [3] (далее – ПВС ВМФ) и руководящие документы других ведомств. Согласно Инструкции по оказанию медицинской помощи при профессиональных водолазных заболеваниях (ч. II ПВС ВМФ [3]), при лечебной рекомпрессии повышение давления следовало проводить до значительного улучшения состояния заболевшего акванавта или полного исчезновения признаков болезни, но не более чем до величины 2,75 МПа (275 м). Заболевшего выдерживали под достигнутым давлением не менее 8–10 ч, декомпрессию проводили по режиму ПВС ВМФ.

Лечебные режимы для глубин до 300 м (аналогичные режимам ПВС ВМФ) включены в инструкцию [4]. После принятия решения о проведении лечебной рекомпрессии давление в барокамере повышают гелием со скоростью не менее 10 м/мин до исчезновения у заболевшего явлений ДБ или значительного улучшения его состояния. При ДБ легкой формы и средней тяжести во время повышения давления через каждые 10 м делают остановку на 5–10 мин и запрашивают самочувствие заболевшего. При тяжелой ДБ давление в отсеках барокамеры повышают без остановки на 20–30 м. При необходимости дальнейшего повышения давления через каждые последующие 10 м делается остановка на 5–10 мин и запрашивается самочувствие заболевшего. Давление, при котором наступило полное исчезновение симптомов ДБ или резкое улучшение состояния заболевшего, считается максимальным давлением лечебной рекомпрессии. На этой площадке заболевшего водолаза выдерживают не менее 2 ч, после чего давление в отсеках снижают по специальному режиму. При декомпрессии время перехода с остановки на остановку должно составлять не менее 20 мин (засчитывается как часть времени выдержки на очередной остановке).

Порядок лечения ДБ при возникновении декомпрессионных расстройств у акванавтов в ходе декомпрессии из условий длительного пребывания под повышенным давлением изложен в части III ПВС ВМФ-2002 [4]. Указано, что при возникновении декомпрессионных расстройств давление у акванавтов при длительном пребывании под повышенным давлением увеличивают последовательно на 5 м до исчезновения симптомов ДБ со скоростью не менее 10 м/мин, после чего делается площадка в течение 8 ч. Последующая декомпрессия проводится по рабочему режиму с увеличением времени выдержек на остановках в диапазоне глубин от 300 до 100 м в 1,2 раза, а в диапазоне глубин от 100 до 2 м – в 1,4 раза. Время снижения давления при переходе на очередную остановку должно составлять не менее 20 м (засчитывается в общее время очередной выдержки). Параметры газовой среды и микроклимата в процессе лечебной рекомпрессии поддерживаются в соответствии с требованиями, установленными для рабочей декомпрессии. Обогащение газовой среды кислородом осуществляют за 25–30 мин до перехода на очередную остановку.

Таким образом, изложенный в руководящих документах способ лечения ДБ на глубинах до 300 м предусматривает компрессию в барокомплексе до давления, при котором ослабляются или исчезают симптомы, и выдержку заболевшего акванавта под давлением с последующей декомпрессией. Давление повышают гелием, также практикуется обогащение газовой среды кислородом до 50 кПа.

При водолазных спусках могут складываться предпосылки для пересыщения тканей в изобарических условиях: это ситуации, когда под повышенным давлением осуществляется смена газовой среды или производится сменная подача газовых смесей, подаваемых на дыхание [9]. Условия возникновения изобарической противодиффузии индифферентных газов определены отечественными специалистами на основании результатов экспериментальных исследований [5, 6]. Возникновение противодиффузии индифферентных газов также возможно на этапе декомпрессии, причем сходство проявлений ДБ и симптомов противодиффузии (кожный зуд, высыпания на поверхности кожи, нарушения зрения, вестибулярные расстройства, венозная газовая эмболия) существенно осложняет диагностику.

Отечественными специалистами предложены следующие рекомендации [7]:

– при наличии симптомов противодиффузии прекратить декомпрессию;



– при вестибулярных нарушениях, расстройстве зрения, кожных проявлениях повысить давление в барокомплексе на 10–20 м гелием либо включить пострадавших на дыхание кислородно-гелиевой смесью с повышенным (до 200–220 кПа) парциальным давлением кислорода;

– время выдержки под достигнутым давлением и продолжительность дыхания кислородно-гелиевой смеси с повышенным парциальным давлением кислорода не должно превышать 1 ч;

– декомпрессию проводить только после полного исчезновения у водолаза симптомов изобарического поражения.

При расстройствах со стороны сердечно-сосудистой системы и системы дыхания вследствие противодиффузии лечение осуществлять как это предусмотрено при лечении подобных расстройств при ДБ.

Вместе с тем, необходимо отметить следующие особенности. Если декомпрессионное газообразование усугублено пересыщением противодиффузионным, повышение давления гелием малоэффективно, поскольку гелий потенцирует пересыщение внутренних сред организма и, тем самым, нивелируется лечебный эффект рекомпрессии, т.е. в подобных ситуациях для лечения требуются большие величины давления. Самой неприятной является ситуация, когда необходимая лечебная глубина превышает технические возможности используемого барокомплекса.

Компрессия гелием с рекомпрессионным перепадом 0,2–0,3 МПа (20–30 м) не эффективна на глубинах более 70 м, так как при этом не обеспечивается существенное (и быстрое) уменьшение объемов свободной газовой фазы в крови и тканях организма человека. Исходя из логарифмического характера зависимости относительного уменьшения объема газового пузырька от давления, можно констатировать, что пузырек уменьшается наиболее существенно при возрастании давления в 2–3 раза относительно давления начала рекомпрессии, тогда как при последующем увеличении давления на каждую единицу давления объем уменьшается незначительно [2].

В ситуации, когда декомпрессионные расстройства отягощены противодиффузионным пересыщением, целесообразно повышать давление азотом до максимального значения его парциального давления 360–400 кПа одновременно с обогащением газовой среды кислородом до 60–80 кПа. Отечественными исследованиями установлено, что

во избежание возникновения противодиффузии при смене газовой среды градиент по парциальному давлению азота относительно исходной величины его парциального давления в среде должен быть менее 310–330 кПа, а соотношение парциальных давлений азота (в смеси/в среде) – менее 6,3–6,5. Таким образом, с точки зрения возникновения противодиффузии, рекомпрессия с увеличением в указанных пределах парциального давления азота (относительно его исходного уровня 100–120 кПа или более) безопасна, поскольку не достигаются нижние безопасные границы градиента. При уменьшении градиента ожидается снижение терапевтического эффекта, однако и увеличение градиента по азоту сверх 300 кПа относительно исходного уровня парциального давления азота весьма нежелательно ввиду возможного развития у водолаза «азотного наркоза». Лечебный эффект подкрепляется воздействием увеличенных до 60–80 кПа парциальных давлений кислорода, что повышает оксигенацию тканей. Модифицированным вариантом этого способа является перевод пострадавших водолазов на дыхание в изолирующие дыхательные аппараты смесью состава: азот – 360–400 кПа, кислород – 60–80 кПа, гелий – остальное, одновременно с началом рекомпрессии.

Приведенные способы лечения декомпрессионных расстройств на глубинах до 300 м с использованием азота использованы при проведении рекордных погружений.

## Литература

1. Дэвис Дж.К., Эллиотт Д.Г. Лечение декомпрессионных нарушений // Медицинские проблемы подводных погружений : пер. с англ. / под ред. П. Б. Беннетта, Д. Г. Эллиотта. М. : Медицина, 1988. С. 608–635.
2. Кисляков Ю. Я., Бреслав И. С. Дыхание, динамика газов и работоспособность при гипербарии. Л. : Наука, 1988. 236 с.
3. Правила водолазной службы Военно-морского флота (ПВС ВМФ-2002). Ч. II. Медицинское обеспечение водолазов Военно-морского флота. М. : Воениздат, 2004. 176 с.
4. Правила водолазной службы Военно-морского флота (ПВС ВМФ-2002). Ч. III. Организация глубоководных спусков ВМФ и их медицинское обеспечение. М. : Воениздат, 2004. 184 с.
5. Семко В. В., Бухарин А. Н., Ласточкин Г. И., Бардышева О. Ф. Условия развития изобарической противодиффузии индифферентных газов и критерии ее оценки // Физиол. журн. (Киев). 1991. Т. 37, № 4. С. 46–52.
6. Семко В. В., Ласточкин Г. И., Бардышева О. Ф. Экспериментальные исследования синдрома изо-

барической противодиффузии // Медико-биологические проблемы декомпрессии : материалы 1-го всеоб. совещания. М., 1991. С. 21–25.

7. Смолин В.В., Соколов Г.М., Павлов Б.Н., Демчишин М.Д. Глубоководные водолазные спуски и их медицинское обеспечение в 3 т. М. : Слово, 2003. Т. 1. 591 с.; 2004. Т. 2. 722 с.; 2005. Т. 3. 536 с.

8. Смолин В.В., Соколов Г.М., Павлов Б.Н. Декомпрессионная болезнь. / под ред. В.М. Баранова. М. ; Калининград : Страж Балтики, 2010. 651 с.

9. Эллиотт Д.Г., Киндуол Е.П. Проявления декомпрессионных нарушений // Медицинские проблемы подводных погружений : пер. с англ. / под ред. П.Б. Беннетта, Д.Г. Эллиотта. М. : Медицина, 1988. С. 591–607.

10. D'Aust B.G., Lambertsen C.J. Isobaric Gas Exchange and Supersaturation by Counterdiffusion // The Physiology and Medicine of Diving and Compressed Air Work / Eds. P.B. Bennett, D.H. Elliott. 3<sup>rd</sup> ed. London : Bailliere Tindal, 1982. P. 383–403.

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

Поступила 28.08.2015

**Для цитирования.** Советов В.И., Бардышева О.Ф., Мотасов Г.П. О лечении тяжелой декомпрессионной болезни в форме синдрома Меньера // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2016. № 2. С. 73–76.

### On the treatment of decompression disorders in aquanauts during decompression from depths up to 300 m when using oxygen-nitrogen-helium environment

Sovetov V.I., Bardysheva O.F., Motasov G.P.

Scientific research Institute (rescue and underwater technologies) Naval Academy named after Admiral of the Fleet of the Soviet Union N.G. Kuznetsov (Morskaya Str., 4, Lomonosov, Saint-Petersburg, 189412, Russia)

Vladimir Igorevich Sovetov – Dr. Med. Sci. Prof., Leading Research Associate; e-mail: svi@oxy.med.ru;

Ol'ga Fedorovna Bardysheva – Senior Research Associate;

Grigoriy Petrovich Motasov – PhD Med. Sci., Senior Research Associate; e-mail: mgp777@mail.ru.

**Abstract.** The peculiarities of treatment of decompression disorders in divers via a long stay under the pressure of artificial gas and water up to 3.1 MPa are considered. It is shown that in case of decompression complicated with antidiffusion oversaturation it is advisable to increase the partial pressure of nitrogen up to 360–400 kPa concomitantly with oxygen enrichment up to 60–80 kPa.

**Keywords:** emergency situation, underwater medicine, decompression disorders, divers, long stay under the pressure, recompression, antidiffusion of gases.

#### References

1. Davis J.C., Elliott D.H. Lechenie dekompressionnykh narushenii [Treatment of decompression disorders]. Meditsinskie problemy podvodnykh pogruzhenii [Medical problems of underwater diving]. Eds. P.B. Bennett, D.H. Elliott. Moskva. 1988. Pp. 608–635. (In Russ.)

2. Kislyakov Yu.Ya., Breslav I.S. Dykhanie, dinamika gazov i rabotosposobnost' pri giperbarii [Breath, gas dynamics and performance under hyperbaric conditions]. Leningrad. 1988. 236 p. (In Russ.)

3. Pravila vodolaznoi sluzhby Voenno-morskogo flota [Rules of diving service of Navy] (PVS VMF-2002). Part II. Meditsinskoe obespechenie vodolazov Voenno-morskogo flota [Medical support of divers of the Navy]. Moskva. 2004. 176 p. (In Russ.)

4. Pravila vodolaznoi sluzhby Voenno-morskogo flota [Rules of diving service of Navy] (PVS VMF-2002). Part III. Organizatsiya glubokovodnykh spuskov VMF i ikh meditsinskoe obespechenie [The organization of deep water dives in the Navy and their medical support]. Moskva. 2004. 176 p. (In Russ.)

5. Semko V.V., Bukharin A.N., Lastochkin G.I., Bardysheva O.F. Usloviya razvitiya izobaricheskoi protivodiffuzii indifferentnykh gazov i kriterii ee otsenki [Conditions of development of isobaric antidiffusion of indifferent gases and criteria of its assessment]. *Fiziologicheskii zhurnal* [Physiological Journal] (Kiev). 1991. Vol. 37, N4. Pp. 46–52. (In Russ.)

6. Semko V.V., Lastochkin G.I., Bardysheva O.F. Eksperimental'nye issledovaniya sindroma izobaricheskoi protivodiffuzii [Experimental studies of the isobaric antidiffusion syndrome]. *Mediko-biologicheskie problemy dekompressii* [Biomedical decompression problems]: Scientific. Conf. Proceedings. Moskva. 1991. Pp. 21–25. (In Russ.)

7. Smolin V.V., Sokolov G.M., Pavlov B.N., Demchishin M.D. Glubokovodnye vodolaznye spuski i ikh meditsinskoe obespechenie [Deep sea diving descents and their medical support]. In 3 Vol. Moskva. 2003. Vol. 1. 591 p.; 2004. Vol. 2. 722 p.; 2005. Vol. 3. 536 p. (In Russ.)

8. Smolin V.V., Sokolov G.M., Pavlov B.N. Dekompressionnaya bolezn' [Decompression sickness]. Ed. V.M. Baranov. Moskva : Kaliningrad. 2010. 651 p. (In Russ.)

9. Elliott D.H., Kindwall E.P. Proyavleniya dekompressionnykh narushenii [Manifestations of decompression disorders]. Meditsinskie problemy podvodnykh pogruzhenii [Medical problems of underwater diving]. Eds. P.B. Bennett, D.H. Elliott. Moskva. 1988. Pp. 591–607. (In Russ.)

10. D'Aust B.G., Lambertsen C.J. Isobaric Gas Exchange and Supersaturation by Counterdiffusion. The Physiology and Medicine of Diving and Compressed Air Work. Eds. P.B. Bennett, D.H. Elliott. 3<sup>rd</sup> ed. London : Bailliere Tindal, 1982. Pp. 383–403. Received 28.08.2015

**For citing.** Sovetov V.I., Bardysheva O.F., Motasov G.P. K voprosu o lechenii dekompressionnykh rasstroistv, vznikshikh u akvanavtov v khode dekompressii s glubin do 300 m pri ispol'zovanii kislorodno-azotno-gelievoy sredy. *Med.-biol. i sots.-psikh. probl. bezopasnosti v chrezv. situatsiyakh*. 2016. N 2. Pp. 73–76. (In Russ.)

Sovetov V.I., Bardysheva O.F., Motasov G.P. On the treatment of decompression disorders in aquanauts during decompression from depths up to 300 m when using oxygen-nitrogen-helium environment. *Medical-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2016. N 2. Pp. 73–76.

## **БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ (FISH-АНАЛИЗ ТРАНСЛОКАЦИЙ) У ЛИЦ, РАНЕЕ ПРОЖИВАВШИХ В РЕГИОНЕ СЕМИПАЛАТИНСКОГО ПОЛИГОНА**

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

Жители населенных пунктов, подвергшихся радиационному воздействию вследствие ядерных испытаний на Семипалатинском ядерном полигоне, имеют право на материальное возмещение вреда. В соответствии с законом Российской Федерации материальные выплаты зависят от суммарной (накопленной) эффективной дозы облучения, в связи с чем пострадавшие нуждаются в данной информации. Ретроспективная биологическая оценка дозы облучения была проведена у 82 человек из числа ранее проживавших в регионе Семипалатинских испытаний. Для дозиметрии был использован анализ стабильных хромосомных aberrаций, выполненный с помощью флуоресцентной *in situ* гибридизации (FISH). FISH-анализ транслокаций позволил выявить повышенную, по сравнению с контрольными значениями, частоту стабильных aberrаций у 21 (26%) пациента и провести для них оценку дозы облучения. Установленные биологические дозы облучения находились в пределах от 16 до 62 сGy.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, ядерное испытание, Семипалатинский полигон, радиоактивно загрязненная территория, доза облучения, ретроспективная дозиметрия, FISH-анализ транслокаций.

### **Введение**

Оценка дозы облучения вследствие аварийных или профессиональных контактов с ионизирующими излучениями имеет в России большое социальное значение, так как лица, пострадавшие от радиационного фактора, обладают правом на материальное возмещение вреда, полученного в результате воздействия радиации. Одна из таких категорий – пострадавшие вследствие ядерных испытаний на Семипалатинском ядерном полигоне. Часть из них – участники испытаний ядерного оружия (военнослужащие, исследователи), однако большинство составляют жители различных населенных пунктов Алтайского региона России и Казахстана, расположенных в зоне влияния Семипалатинского полигона.

С 1949 по 1989 г. на Семипалатинском полигоне было произведено 456 ядерных воздушных и наземных испытаний, вследствие чего ряд прилегающих районов Казахстана и России, участники этих событий и местное население подверглись воздействию ионизирующих излучений. Считается, что основная доза облучения была получена населением в результате надземных испытаний, проведенных в 1949, 1951, 1953, 1956 г. Начиная с 1964 г., на Семипалатинском полигоне проводились только подземные ядерные испытания, которые продолжались вплоть до 1989 г. При этом около 50% подземных ядерных взрывов сопровождалось выбросами в атмосферу радиоактивных продуктов в виде аэрозолей и газа.

Считается, что жители Семипалатинского региона были облучены непосредственно во время проведения взрывов и в период проживания на территориях, загрязненных радиоактивными материалами, т.е. подверглись внешнему и внутреннему облучению [12, 13]. Например, только население г. Семипалатинска в 1989 г. составляло 335 тыс. человек. В соответствии с законодательством жители Семипалатинского региона имеют право на материальное возмещение ущерба. Сумма выплат зависит от полученной радиоактивной дозы, однако, как показывает практика, многие из пострадавших не имеют соответствующих документов, свидетельствующих о дозовой нагрузке и, следовательно, нуждаются в установлении доз облучения.

Существуют несколько методических подходов по оценке дозы ионизирующих излучений: физические, расчетные, биологические, использование которых зависит от конкретной ситуации. В настоящем исследовании оценку доз облучения проводили у лиц, которые во время проведения испытаний проживали в Семипалатинском регионе, однако позже переехали в различные регионы нашей страны. Учитывая значительный период времени, прошедший после радиационного воздействия, для оценки доз облучения был использован биологический метод ретроспективной дозиметрии – FISH-анализ хромосомных стабильных aberrаций (транслокаций), позволяющий проводить дозиметрию

Неронова Елизавета Геннадьевна – канд. биол. наук, зав. лаб., Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А. М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4); e-mail: neliner@yandex.ru.

ионизирующих излучений при дозах свыше 0,1 Гр даже спустя десятилетия после радиационного воздействия [2, 5].

### Материал и методы

Цитогенетический анализ был проведен у 82 человек, мужчин было 42, женщин – 40 (табл. 1). Обследованные имели документы, подтверждающие факт проживания в зоне влияния Семипалатинского полигона ядерных испытаний, в том числе и в поселениях с дозами, установленными в пределах от 5 до 35 сЗв. В настоящее время большинство обследованных лиц проживают в Северо-Западном регионе России. Пациенты заполняли анкету, содержащую вопросы о контактах с ионизирующими излучениями и другими мутагенными факторами, образе жизни, курении, приеме алкогольных напитков, вопросы медицинского характера. Все обследованные отрицали наличие онкологических заболеваний, применение радиотерапии или выполнение диагностических и/или лечебных процедур с применением ионизирующих излучений, за исключением плановых рентгенологических исследований, флюорографии.

Всем обследованным лицам провели FISH-анализ транслокаций. Для 26 человек дополнительно осуществили анализ нестабильных хромосомных aberrаций (анализ дицентриков) для оценки возможностей биологической индикации ионизирующих излучений. 68 человек, включенные в контрольную группу для анализа дицентриков, были того же возраста и состояния здоровья, однако не имели контактов с ионизирующими излучениями в анамнезе.

FISH-анализ транслокаций и дицентриков в лимфоцитах периферической крови выполнили с использованием медицинской технологии, одобренной для применения в центрах медицины катастроф (федеральных, региональных, территориальных) в ди-

агностических центрах, в центрах государственного санитарно-эпидемиологического надзора в субъектах Российской Федерации и Федерального управления медико-биологических и экстремальных проблем Минздрава России для оценки дозы облучения человека как в ранние, так и в отдаленные сроки после радиационного воздействия [1]. Для дицентриков исследовали не менее 500 метафаз. Для FISH-диагностики анализировали от 1200 до 4500 клеток. FISH-анализ транслокаций провели с использованием 2-цветной и 3-цветной системы (для хромосом 2, 4 и 1, 2, 4 соответственно). Процедуру гибридизации выполнили по протоколу производителя хромосомных зондов фирмы «MetaSystems» (Германия). Учитывали полные и неполные варианты транслокаций. Геномную частоту транслокаций рассчитывали с применением программного обеспечения «DoseEstimation» [3] и представляли в пересчете на 1000 клеточных эквивалентов. Оценку контрольных значений транслокаций и биологической дозы облучения по частоте транслокаций провели с использованием медицинской технологии [1].

Статистический анализ результатов по тесту Манна–Уитни выполнили с использованием программного обеспечения Statistica. Частота дицентриков представлена как средняя статистическая величина и ошибка средней величины.

### Результаты и их анализ

Население регионов Российской Федерации и Казахстана, которое подверглось воздействию ионизирующих излучений в результате проведения испытаний ядерного оружия на Семипалатинском полигоне, имеет право на возмещение полученного вреда. В соответствии с законодательством России объем материальных выплат зависит от полученной дозы облучения, вследствие чего лица, претендующие на социальные льготы, нуждаются в установлении полученной дозы облучения. В связи с этим 82 человека из числа ранее проживавших в различных населенных пунктах, расположенных в зоне влияния Семипалатинского полигона, обратились во Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А. М. Никифорова МЧС России (Санкт-Петербург) для оценки полученной дозы облучения.

По результатам FISH-анализа транслокаций пациентов разделили на 2 группы. У лиц 1-й группы (табл. 2) геномная частота

Таблица 1

Характеристика обследованных лиц

Показатель	Количество
Количество обследованных лиц, в том числе:	82
мужчины, n (%)	42 (51,2)
женщины, n (%)	40 (48,8)
Возраст на момент цитогенетического обследования, лет	51,8 ± 3,1
Возраст на момент начала облучения, лет	2,0 ± 1,7
Длительность облучения, лет	21,1 ± 4,1
Интервал времени между облучением и цитогенетическим обследованием, лет	26,3 ± 3,9



Таблица 2

Частота транслокаций в зависимости от наличия дозы облучения

Показатель	Группа			p
	общая	1-я	2-я	
Количество лиц, n (%)	82 (100,0)	61 (74,4)	21 (25,6)	
Частота транслокаций на 1000 клеток, M ± SE	8,70 ± 0,87	5,12 ± 0,44	19,09 ± 1,82	1–2 < 0,001

транслокаций соответствовала контрольным значениям (0–10 транслокаций на 1000 точных эквивалентов). В связи с соответствующим контролю уровнем нарушений, у лиц 1-й группы дозу облучения оценить не представлялось возможным. У 2-й группы лиц выявлено повышение частоты транслокаций (до 38 транслокаций на 1000 клеток), что позволило в этом случае определить дозы облучения (см. табл. 2). Диапазон установленных доз облучения составил от 0,16 до 0,64 Гр.

По результатам анализа анкетных данных была произведена оценка факторов, которые могли способствовать накоплению дозы облучения у обследованных – место жительства в Семипалатинском регионе и возраст. При сопоставлении установленной дозы облучения с местом проживания выяснилось, что среди жителей Казахстана доза облучения была установлена у 22% и у 27% лиц, ранее проживавших на территории Алтайского края. Все пострадавшие, у которых установлена доза облучения, жили на загрязненной радионуклидами территории с раннего возраста, многие – с рождения.

Хорошо известно, что дицентрические хромосомы являются чувствительными маркерами радиационного воздействия и позволяют определить дозу облучения в ближайший период времени после воздействия ионизирующих излучений [5]. Более этого, дицентрики с частотой, превышающей контрольные значения, рассматриваются как индикатор радиационного воздействия в отдаленном периоде времени. Это явление было продемонстрировано на различных группах лиц облученных как в диапазоне низких, так и высоких доз [8–11]. В настоящем исследовании анализ дицентриков был выполнен у случайно отобранных 13 человек из подгруппы лиц с установленной дозой и 13 человек из подгруппы лиц, для которых дозы не были выявлены. Дицентрики обнаружили у 7 (54%) пациентов с установленной дозой и у 6 (46%) пациентов без установленной дозы. Частота дицентриков в подгруппах не различалась – (0,33 ± 0,14) и (0,32 ± 0,12)% соответственно (p > 0,05) и оказалась достоверно выше контрольных значений – (0,04 ± 0,02)% (p < 0,01).

Приведенные результаты о частоте радиационных маркеров согласуются с данными других исследователей. Например, К. Такака и соавт. [10] выявили 1,74, 1,17 и 1,2 дицентриков на 1000 клеток соответственно у жителей 3 деревень Долон, Саржал, Кайнар, расположенных рядом с Семипалатинском полигоном, которые считаются наиболее пострадавшими в результате испытаний. А. Testa и соавт. [11] сообщают о 2,55 дицентриков на 1000 клеток у жителей деревни Долон. Необходимо подчеркнуть, что обследованные люди в упомянутых публикациях во время проведения цитогенетического обследования проживали на этих территориях постоянно как во время проведения испытаний, так и после. Пациенты, обследованные в настоящем исследовании, проживали в Семипалатинском регионе во время проведения испытаний, но переехали из этого региона, так что цитогенетическое исследование было выполнено более чем 20 лет спустя после контакта с ионизирующими излучениями. Однако, несмотря на это, было возможно выявить сходный уровень радиационных маркеров по сравнению с теми, кто проживал в поселениях, наиболее пострадавших в результате испытаний.

### Заключение

Полученные данные свидетельствуют о том, что спустя более чем 20 лет после облучения у бывших жителей Семипалатинского региона выявляется повышенный уровень транслокаций, что позволило определить дозу облучения у 26% обследованных лиц. При этом установлено, что в лимфоцитах в периферической крови у жителей Семипалатинского региона сохраняется повышенная частота радиационных маркеров – дицентриков, даже у тех лиц, для которых биологическую дозу с помощью анализа стабильных аберраций установить не удалось. Вероятно, в тех случаях, когда дозы не были определены, но уровень радиационных маркеров был повышен, можно сделать вывод о том, что полученные дозы могли находиться ниже уровня чувствительности FISH-анализа транслокаций. Таким образом, анализ нестабильных хромосомных аберраций и FISH-анализ стабильных

аббераций дают возможность проводить ретроспективную биодозиметрию и биоиндикации ионизирующих излучений.

### Литература

1. Снигирева Г.П., Богомазова А.Н., Новицкая Н.Н. [и др.]. Биологическая индикация радиационного воздействия на организм человека с использованием цитогенетических методов : мед. технология № ФС-2007/015-У / Российский научный центр рентгенорадиологии, Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова. М., 2007. 29 с. URL: <http://www.rncrr.ru/diagnostika/laboratornye-issledovaniya/laboratoriya-molekulyarnoy-biologii-i-tsitogenetiki/>.
2. Снигирева Г.П., Новицкая Н.Н. Возможности использования цитогенетических методов при обследовании населения, подвергшегося облучению в результате ядерных взрывов на Семипалатинском полигоне // Вестник Российского научного центра рентгенорадиологии Минздрава России. 2011. Т. 1, № 11. С. 17.
3. Ainsbury E. A., Lloyd D. C. Dose estimation software for radiation biodosimetry // Health Phys. 2010. Vol. 98, N 2. P. 290–295.
4. Bauchinger M., Schmid E., Braselmann H. [et al.]. Time-effect relationship of chromosome aberrations in peripheral lymphocytes after radiation therapy for seminoma // Mutat. Res. 1989. Vol. 211. P. 265–272.
5. Cytogenetic dosimetry: applications in preparedness for and response to radiation emergencies / International Atomic Energy Agency. Vienna, 2011. 229 p.
6. Goh T. O. Total-body irradiation and human chromosomes IV. Cytogenetic follow-up studies eight and ten and one half years after total-body irradiation // Radiat. Res. 1975. Vol. 62. P. 364–373.
7. Ishihara T., Kohno S., Minamihisamatsu M. Human cytogenetic studies at the National Institute of Radiological Sciences, Japan, 1963–1988 // Cancer Genet. Cytogenet. 1990. Vol. 45. P. 13–35.
8. Neronova E., Slozina N., Nikiforov A. Chromosome alterations in cleanup workers sampled years after the Chernobyl accident // Radiat. Res. 2003. Vol. 160. P. 46–51.
9. Ramalho A. T., Curado M. P., Natarajan A. T. Life-span of human lymphocytes estimated during a six year cytogenetic follow-up of individuals accidentally exposed in the 1987 radiological accident in Brazil // Mutat. Res. 1995. Vol. 331. P. 47–54.
10. Tanaka K., Iida S., Takeichi N. [et al.]. Unstable-type chromosome aberrations in lymphocytes from individuals living near Semipalatinsk nuclear test site // J. Radiat. Res. 2006. Vol. 47. P. 159–164.
11. Testa A., Stronati L., Ranaldi R. [et al.]. Cytogenetic biomonitoring carried out in a village (Dolon) adjacent to the Semipalatinsk nuclear weapon test site // Radiat. Environ. Biophys. 2001. Vol. 40. P. 125–129.
12. Voigt G., Semiochkina N. The present radioecological situation of the Semipalatinsk test site and internal dose estimations for selected people living on the site // Workshop on dosimetry of the population living in the proximity of the Semipalatinsk atomic weapons test site : STUK-A187. Helsinki, 2002. P. 6–17.
13. Yamamoto M., Hoshi M., Takada J. [et al.]. Plutonium fallout in the environment around the former Soviet Union's Semipalatinsk nuclear test site // Workshop on dosimetry of the population living in the proximity of the Semipalatinsk atomic weapons test site : STUK-A187. Helsinki, 2002. P. 17–28.

Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи.

Поступила 13.04.2016

**Для цитирования.** Неронова Е.Г. Биологическая оценка доз облучения (FISH-анализ транслокаций) у лиц, ранее проживавших в регионе Семипалатинского полигона // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2016. № 2. С. 77–81.

## FISH biodosimetry in former inhabitants of Semipalatinsk region

Neronova E. G.

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

Elizaveta Gennadijevna Neronova – PhD. Biol. Sci.; e-mail: neliner@yandex.ru.

**Abstract.** Residents of the settlements exposed to radiation from nuclear tests at the Semipalatinsk nuclear test site are entitled to financial reimbursement. In accordance with Russian law, payments depend on the total (cumulative) effective dose; therefore, victims should be informed. Biological doses were retrospectively evaluated in 82 people who previously lived in the vicinity of Semipalatinsk weapon testing region. For dosimetry, stable chromosome aberrations were assessed using fluorescence in situ hybridization (FISH). FISH analysis of translocations revealed increased frequency of stable aberrations in 21 (26 %) patients compared with control values and helped to estimate irradiation doses. Established biological irradiation doses ranged from 16 to 62 cGy.

**Keywords:** emergency, nuclear test, the Semipalatinsk test site, radioactively-contaminated area, irradiation dose, retrospective dosimetry, FISH analysis of translocations.

#### References

1. Snigireva G.P., Bogomazova A.N., Novitskaya N.N. [et al.]. Biologicheskaya indikatsiya radiatsionnogo vozdeistviya na organizm cheloveka s ispol'zovaniem tsitogeneticheskikh metodov : meditsinskaya tekhnologiya [Biological indication of radiation exposure in humans using cytogenetic methods: medical technology] N FS-2007/015-U. Moskva. 2007. 29 p. URL <http://www.rncrr.ru/diagnostika/laboratornye-issledovaniya/laboratoriya-molekulyarnoy-biologii-i-tsitogenetiki/>. (in Russ.)
2. Snigireva G.P., Novitskaya N.N. Vozmozhnosti ispol'zovaniya tsitogeneticheskikh metodov pri obsledovanii naseleniya, podvergshegosya oblucheniyu vrezul'tate yadernykh vzryvov na Semipalatinskopoligone [Capabilities of cytogenetic methods when examining people exposed to radiation from nuclear explosions at the Semipalatinsk test site]. *Vestnik Rossiiskogo nauchnogo tsentra rentgenoradiologii Minzdrava Rossii* [Vestnik of the Russian Scientific Center of Roentgenoradiology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation]. 2011. Vol. 1, N 11. P. 17. (in Russ.)
3. Ainsbury E.A., Lloyd D.C. Dose estimation software for radiation biodosimetry. *Health Phys.* 2010. Vol. 98, N2. Pp. 290–295.
4. Bauchinger M., Schmid E., Braselmann H. [et al.]. Time-effect relationship of chromosome aberrations in peripheral lymphocytes after radiation therapy for seminoma. *Mutat. Res.* 1989. Vol. 211. Pp. 265–272.
5. Cytogenetic dosimetry: applications in preparedness for and response to radiation emergencies. International Atomic Energy Agency. Vienna, 2011. 229 p.
6. Goh T.O. Total-body irradiation and human chromosomes IV. Cytogenetic follow-up studies eight and ten and one half years after total-body irradiation. *Radiat. Res.* 1975. Vol. 62. Pp. 364–373.
7. Ishihara T., Kohno S., Minamihisamatsu M. Human cytogenetic studies at the National Institute of Radiological Sciences, Japan, 1963–1988. *Cancer Genet. Cytogenet.* 1990. Vol. 45. Pp. 13–35.
8. Neronova E., Slozina N., Nikiforov A. Chromosome alterations in cleanup workers sampled years after the Chernobyl accident. *Radiat. Res.* 2003. Vol. 160. Pp. 46–51.
9. Ramalho A. T., Curado M. P., Natarajan A. T. Lifespan of human lymphocytes estimated during a six year cytogenetic follow-up of individuals accidentally exposed in the 1987 radiological accident in Brazil. *Mutat. Res.* 1995. Vol. 331. Pp. 47–54.
10. Tanaka K., Iida S., Takeichi N. [et al.]. Unstable-type chromosome aberrations in lymphocytes from individuals living near Semipalatinsk nuclear test site. *J. Radiat. Res.* 2006. Vol. 47. P. 159–164.
11. Testa A., Stronati L., Ranaldi R. [et al.]. Cytogenetic biomonitoring carried out in a village (Dolon) adjacent to the Semipalatinsk nuclear weapon test site. *Radiat. Environ. Biophys.* 2001. Vol. 40. P. 125–129.
12. Voigt G., Semiochkina N. The present radioecological situation of the Semipalatinsk test site and internal dose estimations for selected people living on the site. *Workshop on dosimetry of the population living in the proximity of the Semipalatinsk atomic weapons test site : STUK-A187.* Helsinki. 2002. P. 6–17.
13. Yamamoto M., Hoshi M., Takada J. [et al.]. Plutonium fallout in the environment around the former Soviet Union's Semipalatinsk nuclear test site. *Workshop on dosimetry of the population living in the proximity of the Semipalatinsk atomic weapons test site : STUK-A187.* Helsinki. 2002. Pp. 17–28.

Received 13.04.2016

**For citing.** Neronova E.G. Biologicheskaya otsenka doz oblucheniya (FISH-analiz translokatsii) u lits, ranee prozhivavshikh v regione Semipalatinskopoligona. *Med. -biol. i sots. -psikh. probl. bezopasnosti v chrezv. situatsiyakh.* 2016. N 2. Pp. 73–76. (In Russ.)

Neronova E.G. FISH biodosimetry in former inhabitants of Semipalatinsk region. *Medical-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations.* 2016. N 2. Pp. 73–76.



Психология кризисных и экстремальных ситуаций: психическая травматизация и её последствия : учебник / [Н. С. Хрусталева, В. В. Бочаров, А. Ю. Егоров и др.] ; под ред. Н. С. Хрусталевой ; С.-Петерб. гос. ун-т. – СПб. : Изд-во СПбГУ, 2014. – 372 с. – (Клиническая психология).  
ISBN 978-5-288-05583-6. Тираж 300 экз.

В учебнике представлен материал по психической травме и психической травматизации, связанной с неизлечимыми заболеваниями, боевыми действиями, миграционными процессами и т. д., дается подробный анализ психической травматизации у детей и подростков. Рассмотрены нормальные и патологические формы реакций на сверхсильные травматические воздействия, виды психических расстройств, критерии, методы диагностики и эмпирические исследования посттравматического стрессового расстройства. Как последствия психической травматизации описаны различные виды зависимостей и факторы риска их возникновения. Напечатан по постановлению Редакционно-издательского совета факультета психологии Санкт-Петербургского государственного университета.

Учебник предназначен для студентов, магистрантов, аспирантов, клинических психологов, специализирующихся в области психологии кризисных и экстремальных ситуаций, а также может представлять интерес для специалистов экстремального профиля, работающих с психической травмой.

## РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДОЕМА-ОХЛАДИТЕЛЯ БЕЛОЯРСКОЙ АЭС ПЕРЕД ВВОДОМ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ 4-ГО ЭНЕРГБЛОКА БН-800

Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук  
(Россия, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, д. 202)

Представлены результаты исследования воды, донных отложений, водной растительности, рыбы Белоярского водохранилища – водоема-охладителя АЭС на содержание техногенных радионуклидов:  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{239, 240}\text{Pu}$  перед вводом в эксплуатацию 4-го энергоблока БН-800 (съемка «нулевого уровня»). Показано, что ранее имели место поступления в водоем  $^{137}\text{Cs}$  и, в небольших количествах,  $^{239, 240}\text{Pu}$ . Более высокое содержание  $^{137}\text{Cs}$  было отмечено в донных отложениях Промливневого канала, Теплого залива и в районе Биофизической станции. При этом, объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{239, 240}\text{Pu}$  в воде Белоярского водохранилища была на три–четыре порядка величин ниже уровня вмешательства, предусмотренного НРБ – 99/2009. Представлены данные по содержанию  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в двух видах водных растений и рассчитаны коэффициенты накопления для рдеста гребенчатого и роголистника темно-зеленого (2656 и 1381 для  $^{137}\text{Cs}$  и 4706 и 2600 для  $^{90}\text{Sr}$  соответственно). Содержание  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в трех видах рыбы (лещ, плотва, окунь) значительно ниже допустимых величин, предусмотренных СанПиН 2.3.2.1078–01.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, атомная электростанция, водоем-охладитель, радиобиология, техногенные радионуклиды, вода, донные отложения, водная растительность, рыба.

При проектировании и строительстве атомных электростанций, вводе новых энергоблоков особенно остро встают вопросы экологической безопасности. Это связано с тем, что в процессе эксплуатации предприятий ядерного топливного цикла произошли ряд техногенных катастроф, которые сопровождались неконтролируемым выбросом радиоактивных веществ в окружающую среду и загрязнением обширных территорий. Здесь, прежде всего, следует отметить две крупные аварии, произошедшие на атомных электростанциях: в 1986 г. на Чернобыльской АЭС и в 2011 г. – на АЭС «Фукусима 1» в Японии. В Уральском регионе наиболее известны три значительных ядерных инцидента, произошедших на Производственном объединении «Маяк»: прямой сброс жидких радиоактивных отходов в период 1949–1951 гг. в реку Теча, общей активностью  $10^{17}$  Бк. Аварийная ситуация 1957 г. – взрыв емкости хранилища радиоактивных отходов. Общая площадь загрязненной территории в границах  $3,7 \text{ ГБк/км}^2$  ( $0,1 \text{ Ки/км}^2$ ) по  $^{90}\text{Sr}$  составила  $23\,000 \text{ км}^2$ , из

которых около  $1000 \text{ км}^2$  – с плотностью загрязнения  $74 \text{ ГБк/км}^2$  ( $2 \text{ Ки/км}^2$ ). Аварийная ситуация 1967 г. – ветровая эрозия с берегов озера Карачай. Площадь следа, ограниченно-го изолинией  $3,7 \text{ ГБк/км}^2$  ( $0,1 \text{ Ки/км}^2$ ) по  $^{90}\text{Sr}$ , составляла  $1800 \text{ км}^2$  [7].

Ввод в эксплуатацию 4-го энергоблока Белоярской АЭС (БАЭС) требует научного подхода к изучению воздействия атомной станции на природную среду и человека как при эксплуатации в штатном режиме, так и в случае нештатных ситуаций. Для оценки последствий любых аварийных ситуаций, связанных с поступлением радионуклидов в окружающую среду, необходимо знать исходное радиоэкологическое состояние природных экосистем. Данная работа посвящена изучению радиоэкологического состояния водоема-охладителя БАЭС перед пуском в эксплуатацию 4-го энергоблока (съемка «нулевого уровня»).

В качестве водоема-охладителя БАЭС используется Белоярское водохранилище, которое было образовано в 1959–1963 гг. путем зарегулирования русла реки Пышмы в  $75 \text{ км}$

Трапезников Александр Викторович – д-р биол. наук, засл. эколог России, зав. отд. континентальной радиоэкологии Ин-та экологии растений и животных Урал. отд-ния Рос. акад. наук (Россия, 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, д. 202); e-mail: vera\_zar@mail.ru;

Коржавин Александр Васильевич – канд. ветеринар. наук, зам. зав. отд. континентальной радиоэкологии Ин-та экологии растений и животных Урал. отд-ния Рос. акад. наук (Россия, 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, д. 202); e-mail: bfs\_zar@mail.ru;

Трапезникова Вера Николаевна – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. Ин-та экологии растений и животных Урал. отд-ния Рос. акад. наук (Россия, 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, д. 202); e-mail: vera\_zar@mail.ru;

Платаев Анатолий Петрович – мл. науч. сотр. Ин-та экологии растений и животных Урал. отд-ния Рос. акад. наук (Россия, 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, д. 202); e-mail: ty1985@mail.ru.



Таблица 1

Контрольные точки отбора проб воды, донных отложений и макрофитов

Место отбора проб	Предполагаемый источник поступления радионуклидов в водоем	Географические координаты контрольных точек отбора проб
Район ЛЭП	Сбросной канал 4-го энергоблока БН-800	N 56°87,233'; E 61°27,847'
Район Биофизической станции	Обводной канал	N 56°84,045'; E 61°31,062'
Теплый залив	1-, 2-й и 3-й энергоблоки БАЭС	N 56°82,493'; E 61°32,774'
Промливневый канал	Промплощадки БАЭС и Института реакторных материалов	N 56°83,881'; E 61°30,895'
р. Пышма ниже плотины	Интегральный сброс из водохранилища	N 56°78,833'; E 61°30,865'

от ее истока. Протяженность водоема примерно 20 км, ширина – до 3 км. Зеркало водоема имеет площадь 47 км<sup>2</sup>. При штатном режиме работы радиационное воздействие АЭС на человека и окружающую среду определяется газоаэрозольными выбросами и жидкими сбросами, содержащими радиоактивные вещества, которые поступают в водные экосистемы. В случае БАЭС таковыми являются водоем-охладитель – Белоярское водохранилище и Ольховская болотно-речная экосистема. Коммуникации жидких стоков расположены следующим образом. Дебалансные промышленные воды станции после прохождения через систему водоочистки поступают в Ольховское болото, расположенное в 5 км к юго-востоку от АЭС. Частичный сброс слаборадиоактивных жидких стоков в водоем-охладитель осуществляется через Промливневый канал. Кроме указанного канала, на расстоянии около 0,5 км от него, ниже по течению, расположен водозаборный канал, через который производится забор воды из водоема для систем охлаждения АЭС. Еще ниже (2–2,5 км) расположен водосбросный (теплый) канал, с помощью которого вода после прохождения через системы охлаждения сбрасывается в водоем. В зоне подогрева (Теплый залив) температура воды в летний период в среднем на 6–7 °С выше, чем за ее пределами. В 0,5 км от БАЭС, в сторону верховья водохранилища, расположен еще один канал (Обводной), общей протяженностью около 1,5–2 км. Он берет свое начало около водоочистных сооружений, в него сливаются и воды из котельной БАЭС. Канал впадает в залив водоема-охладителя за Биофизической станцией (Голубой залив).

Как и любая АЭС, Белоярская АЭС является потенциальным источником загрязнения окружающей среды. В связи с вводом в эксплуатацию 4-го энергоблока и увеличением мощности атомной станции есть вероятность увеличения радиационной нагрузки на водоем-охладитель. Решение проблемы сохране-

ния природных ресурсов Белоярского водохранилища сводится в основном к разработке системы ведения радиационного мониторинга данного водоема, предусматривающего на начальном этапе проведение радиоэкологического обследования с целью определения уровней содержания долгоживущих радионуклидов в основных природных компонентах водоема-охладителя.

### Материал и методы

Координаты точек отбора проб определяли при помощи спутниковой навигационной системы GPS (табл. 1). Пробы воды для анализов на содержание радионуклидов отбирали в алюминиевые фляги и сразу подкисляли небольшим количеством азотной кислоты, предотвращая сорбцию радионуклидов на стенках сосудов. Для получения объективных результатов все пробы воды отбирали в двух емкостях по 120 л в каждой. Подготовка проб воды заключалась в выпаривании воды до сухого остатка. Сухой остаток помещали в муфельную печь при  $t = 450\text{ °C}$  на 8 ч. После остывания остаток растирали пестиком до мелкодисперсного порошка.

Образцы донных отложений отбирали в соответствии с ГОСТом 17.1.5.01–80 [3] с помощью специального пробоотборника с площадью сечения 38,5 см<sup>2</sup> до глубины 30 см. Полученный керн разделяли на участки по 5 см. Каждую пробу маркировали, упаковывали в отдельный полиэтиленовый пакет. Пробы донных отложений высушивали при комнатной температуре, растирали в ступке до мелкодисперсного состояния, просеивали через сито с диаметром ячеек 1 мм, озоляли при  $t = 450\text{ °C}$  в течение 6 ч для удаления органической составляющей, взвешивали и загружали в измерительные кюветы.

Макрофиты отбирали по 3–5 кг сырой массы на повторность. Растения отмывали от загрязнений, взвешивали и высушивали до воздушно-сухого состояния, после чего озоляли в муфельной печи при  $t = 450\text{ °C}$ .

Рыбу отлавливали сетями. Масса одной пробы составлял 3 кг сырой массы. На одну повторность приходилось в среднем 30 особей плотвы, 4 леща и т. д. Тушки рыб (без внутренних органов) подсушивали и озоляли при  $t = 450\text{ }^{\circ}\text{C}$  в муфельной печи.

Для определения содержания  $^{137}\text{Cs}$  в образцах природных сред использовали инструментальные методы. Измерения проводили на низкофоновом полупроводниковом гамма-спектрометре фирмы «Ortec» (США) с коаксиальной детекторной системой на базе высокоочищенного германия (HPGe) с эффективностью 40 % при ошибке измерения не более 10 % и нижнем пределе обнаружения 1 Бк/кг.

Определение  $^{90}\text{Sr}$  в образцах с низкой активностью проводили радиохимическим методом, основанном на выщелачивании химических элементов 6-нормальной соляной кислотой с последующим осаждением оксалатов щелочно-земельных элементов и выделением из раствора оксалатов  $^{90}\text{Sr}$  в виде карбонатов. Содержание  $^{90}\text{Sr}$  определяли по дочернему  $^{90}\text{Y}$ . Измерение  $\beta$ -активности проводили на малофоновой установке УМФ-2000 с нижним пределом обнаружения 0,4 Бк/кг и статистической ошибкой измерения не более 10 %.

Для определения содержания изотопов плутония в пробах воды использовали модификацию методики, разработанную сотрудниками RISO National Laboratory (Дания) [8]. Определение изотопов плутония проводили на многоканальном альфа-спектрометре «Ortec» с поверхностно-барьерными детекторами, с программным обеспечением «Alpha Vision-32». Ошибка счета не превышала 10 %, а нижний предел определения составлял 0,01 Бк/кг.

Статистическая обработка результатов заключалась в определении среднеарифметического значения и стандартного отклонения среднего арифметического.

### Результаты и их анализ

*Содержание техногенных радионуклидов в пробах воды.* Содержание ряда техногенных

радионуклидов в воде Белоярского водохранилища представлено в табл. 2.

Согласно НРБ 99/2009 [4], уровни вмешательства при содержании в воде отдельных радионуклидов составляют:  $^{90}\text{Sr}$  – 4,90 Бк/кг,  $^{137}\text{Cs}$  – 11,0 Бк/кг,  $^{239, 240}\text{Pu}$  – 0,55 Бк/кг. Таким образом, содержание представленных в табл. 3 радионуклидов в воде Белоярского водохранилища значительно ниже уровня вмешательства. Объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{239, 240}\text{Pu}$  в воде на три–четыре порядка величин ниже уровня вмешательства, содержание  $^{90}\text{Sr}$  ниже уровня вмешательства на два порядка величин.

*Содержание техногенных радионуклидов в донных отложениях.* На основании результатов многолетних натурных исследований, было показано [5], что максимальные запасы  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в Белоярском водохранилище содержатся в грунтах водоема – от 92 % для  $^{90}\text{Sr}$  до 98 % для  $^{137}\text{Cs}$ . Далее в процентном соотношении следует вода: от 2 % для  $^{137}\text{Cs}$  до 8 % – для  $^{90}\text{Sr}$ . Относительные запасы радионуклидов в макрофитах водохранилища чрезвычайно малы – от тысячных долей процента – для  $^{137}\text{Cs}$  до сотых долей процента – для  $^{60}\text{Co}$ . При этом донные отложения водоема выполняют основную барьерную роль, препятствуют выносу радионуклидов за пределы водохранилища, а вода – главную транспортную функцию.

Донные отложения Белоярского водохранилища достаточно пестрые, обычно с примесью песчаных частиц и полуразложившихся остатков древесных растений. Такая пестрота в определенной степени объясняется интенсивным перемешиванием воды с верхним слоем грунта во время штормовой погоды. В Белоярском водохранилище различают следующие типы грунта: илистый сапропель, затопленная почва, песчано-илистый, песчаный и песчано-каменистый. Первый широко распространен в верхней части водоема с более спокойной водой и в некоторых заливах, где хорошо развита водная растительность. Прибрежные мелководья, лишенные расте-

Таблица 2

Содержание  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{239, 240}\text{Pu}$  в воде Белоярского водохранилища

Место отбора проб	Содержание, Бк/л		
	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$(^{239, 240}\text{Pu}) \cdot 10^{-3}$
Район ЛЭП	0,014 ± 0,001	0,009 ± 0,002	0,023 ± 0,007
Район Биофизической станции	0,02 ± 0,003	0,019 ± 0,006	0,027 ± 0,008
Теплый залив	0,012 ± 0,002	0,021 ± 0,009	0,034 ± 0,011
Промливневый канал	0,025 ± 0,002	0,016 ± 0,003	0,025 ± 0,008
р. Пышма ниже плотины	0,024 ± 0,005	0,010 ± 0,002	0,019 ± 0,009

Таблица 3

Содержание  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{239,240}\text{Pu}$  в донных отложениях Белоярского водохранилища

Место отбора проб	Слой	Содержание, Бк/кг		
		$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{239,240}\text{Pu}$
Район ЛЭП	0–5	17,00 ± 0,46	28,4 ± 2,1	0,07 ± 0,011
	5–10	31,82 ± 2,13	17,6 ± 1,9	0,04 ± 0,003
	10–15	6,25 ± 0,19	15,4 ± 1,7	–
	15–20	8,08 ± 1,70	6,7 ± 0,8	–
	20–25	2,35 ± 0,20	2,4 ± 0,6	–
	25–30	6,16 ± 0,50	Меньше 1,2	–
Район Биофизической станции	0–5	24,00 ± 1,80	38,7 ± 4,3	0,12 ± 0,005
	5–10	37,17 ± 2,20	41,4 ± 3,8	0,07 ± 0,003
	10–15	16,21 ± 1,60	29,6 ± 4,9	–
	15–20	4,14 ± 0,12	47,3 ± 5,2	–
	20–25	7,02 ± 1,35	64,8 ± 6,9	–
	25–30	1,25 ± 0,41	81,8 ± 7,6	–
Теплый залив	0–5	18,62 ± 0,22	74,6 ± 3,2	0,14 ± 0,006
	5–10	20,18 ± 0,19	42,8 ± 3,9	0,11 ± 0,007
	10–15	1,72 ± 0,15	15,7 ± 2,8	–
	15–20	8,64 ± 0,17	4,8 ± 0,8	–
	20–25	6,25 ± 0,14	2,6 ± 0,5	–
	25–30	7,94 ± 0,23	3,3 ± 0,6	–
Промливневый канал	0–5	33,50 ± 2,10	465,5 ± 10,0	0,28 ± 0,004
	5–10	49,35 ± 1,70	310,3 ± 7,2	0,17 ± 0,006
	10–15	28,72 ± 1,13	205,7 ± 4,4	–
	15–20	13,65 ± 0,66	112,5 ± 3,9	–
	20–25	4,28 ± 0,19	98,4 ± 2,8	–
	25–30	2,12 ± 0,15	11,3 ± 0,9	–
р. Пышма ниже плотины	0–5	18,30 ± 1,20	16,6 ± 1,8	0,091 ± 0,004
	5–10	31,16 ± 1,60	21,5 ± 0,9	Меньше 0,04
	10–15	4,12 ± 0,11	Меньше 0,66	–
	15–20	7,28 ± 0,31	4,4 ± 0,25	–
	20–25	1,45 ± 0,60	Меньше 1,25	–
	25–30	2,32 ± 0,55	Меньше 0,90	–

ний, заняты преимущественно песчаными и песчано-илистыми грунтами. В районах затопления встречаются также затопленные почвы, покрытые сверху небольшим слоем илистых отложений [6].

Содержание ряда техногенных радионуклидов в донных отложениях Белоярского водохранилища см. в табл. 3.

*Содержание радионуклидов в водных растениях.* Накопление и прочность фиксации радиоактивных примесей растениями зависят от химической природы радионуклидов, физико-химической формы их нахождения в водной среде, биологических особенностей водных растений, концентрации в воде изотопных и неизотопных носителей, температуры воды, освещенности, трофности водоема, сезона года и других факторов [6,9,10].

Содержание радионуклидов в пробах водной растительности представлено в табл. 4. В 2014 г. в достаточных количествах удалось отобрать на водоеме-охладителе два вида водной растительности: роголистник темно-зеленый и рдест гребенчатый.

*Результаты исследования ихтиофауны.* Рыбы, представляющие в водных экосистемах высшие трофические уровни, непосредственно связаны с пищевыми цепочками человека, поэтому они являются объектами многочисленных исследований [5, 6].

В рамках проводимых исследований выполнено определение техногенных радионуклидов ( $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$ ) в трех видах рыбы (лещ, плотва, окунь), отловленной из Белоярского водохранилища. Каждый вид рыбы исследован в трех повторностях по 3 кг сырой массы

Таблица 4

Содержание  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в водных растениях

Место отбора проб	Вид растения	Радионуклид, Бк/кг	
		$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$
Теплый залив	Роголистник темно-зеленый	31,20 ± 1,92	29,0 ± 1,98
Промливневый канал	Рдест гребенчатый	117,65 ± 13,94	42,5 ± 6,85

Таблица 5

Содержание  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в икhtiофауне  
Белоярского водохранилища

Вид рыбы	Содержание, Бк/кг	
	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$
Лещ	$4,36 \pm 0,44$	$1,99 \pm 0,12$
Плотва	$3,31 \pm 0,65$	$3,48 \pm 0,27$
Окунь	$1,94 \pm 0,33$	$4,70 \pm 0,37$

в каждой. Результаты исследования представлены в табл. 5.

*Обсуждение.* Донные отложения пресных водоемов играют большую роль в процессах очищения воды от радиоактивных примесей. Из-за высокой емкости поглощения и прочной фиксации в них радионуклидов донные отложения осаждают и удерживают на себе значительную часть поступающих с водой радиоактивных веществ, становясь основным источником облучения придонных организмов [5].

Грунты Белоярского водохранилища различаются по способности накапливать радионуклиды. Меньше всего их накапливается в песчаном грунте, характеризующемся облегченным механическим составом и низким содержанием органического вещества. Затопленная почва имеет повышенные концентрации радионуклидов по сравнению с песчаным грунтом, а илистый сапропель накапливает радионуклиды в наибольших количествах. Эта закономерность проявляется как в грунтах верховья водоема, так и в пределах территории водоема, подверженной влиянию АЭС [6].

Результаты наших исследований показывают (см. табл. 3), что в водоеме-охладителе имеют место существенные различия по содержанию радионуклидов в донных отложениях в зависимости от места отбора проб и глубины залегания, особенно по  $^{137}\text{Cs}$ . Более высокое содержание данного радионуклида было отмечено в донных отложениях Промливневого канала. В слое от 0 до 20 см его содержание колебалось от 465,5 до 112,5 Бк/кг. В слое донных отложений ниже 25 см наблюдался существенный спад его содержания до 11,3 Бк/кг. Кроме Промливневого канала, более высокие концентрации  $^{137}\text{Cs}$  были отмечены в районе Теплового залива и в районе Биофизической станции (Голубой залив). В донных отложениях Теплового залива основное количество  $^{137}\text{Cs}$  было сконцентрировано в слое от 0 до 15 см, а в более глубоких слоях отмечался существенный спад его содержания. В районе Биофизической станции наблюдалась несколько иная картина, более высокое содержание радионуклида отмечено на глубине залегания 25–30 см.

По-видимому, это связано со временем загрязнения донных отложений и с теми процессами, которые в них происходят. Относительно чистые участки на Белоярском водохранилище по содержанию  $^{137}\text{Cs}$  расположены ближе к верховью водоема (район ЛЭП), а также ниже плотины на р. Пышме.

Содержание  $^{239, 240}\text{Pu}$  в донных отложениях на два–три порядка величин меньше, чем  $^{137}\text{Cs}$ . Более высокое содержание  $^{239, 240}\text{Pu}$  отмечено в донных отложениях Промливневого канала и Теплового залива. Несколько ниже его содержание в донных отложениях Голубого залива (район Биофизической станции), а минимальные количества радионуклида отмечены в донных отложениях в районе ЛЭП и реки Пышмы ниже плотины.

Содержание  $^{90}\text{Sr}$  в донных отложениях водоема-охладителя не отвечает вышеуказанным закономерностям. Так, если содержание данного радионуклида в донных отложениях Промливневого канала несколько выше, чем на других участках, то во всех остальных пробах полученные результаты вполне сопоставимы между собой. Это можно объяснить тем, что механизм поступления  $^{90}\text{Sr}$  совсем иной, чем для  $^{137}\text{Cs}$ . Если последний радионуклид поступает в водоем-охладитель через Промливневый канал, то  $^{90}\text{Sr}$  имеет глобальное происхождение и практически не сбрасывается в Белоярское водохранилище в результате деятельности атомной станции.

Таким образом, поскольку поступающие в водоем-охладитель от работы АЭС радионуклиды в основном концентрируются в донных отложениях, очевидно, что ранее имели место дополнительные поступления в водоем  $^{137}\text{Cs}$  и в значительно меньших количествах  $^{239, 240}\text{Pu}$ . Сбросы в водоем  $^{90}\text{Sr}$  минимальны и в основном зависят от глобальных выпадений.

Роль пресноводных растений в процессах концентрирования радионуклидов из водной среды впервые была отмечена В. И. Вернадским [1]. В дальнейшем высокая накопительная способность фитобионтов в отношении искусственных и естественных радионуклидов была подтверждена и другими исследователями. Показано, что водные растения поглощают поступающие в водную среду радионуклиды, при этом концентрация многих из них в тканях растений может длительное время поддерживаться на высоком уровне, превышающем на порядки величин их концентрацию в воде. Накопительную способность растений оценивали величиной коэффициента накопления (КН), представляющего собой



отношение концентрации нуклида в растениях к его концентрации в воде [6, 9, 10].

В 2014 г. рассчитаны коэффициенты накопления для рдеста гребенчатого и роголистника темно-зеленого. КН для рдеста гребенчатого составили 2656 по  $^{137}\text{Cs}$  и 4706 по  $^{90}\text{Sr}$ . Для роголистника темно-зеленого, соответственно, 1381 по  $^{137}\text{Cs}$  и 2600 по  $^{90}\text{Sr}$ . Перечисленные растения можно использовать для биоиндикации радиоактивных загрязнений и в других водных экосистемах.

Белоярское водохранилище широко используется для рыболовства и рыбозаводства. На подогретых водах Белоярского водохранилища много лет функционирует рыбное хозяйство по выращиванию садкового карпа. На водоеме ведется промышленный и любительский отлов рыбы. Согласно Гигиеническим требованиям безопасности и ценности пищевых продуктов (СанПиН 2.3.2.1078–01) [2], содержание  $^{90}\text{Sr}$  не должно превышать 100 Бк/кг,  $^{137}\text{Cs}$  – не выше 130 Бк/кг. Во всех образцах рыбы, отловленной из Белоярского водохранилища, содержание перечисленных радионуклидов значительно ниже допустимой величины.

### Выводы

1. Объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{239, 240}\text{Pu}$  в воде Белоярского водохранилища на три–четыре порядка величин ниже уровня вмешательства, предусмотренного нормами радиационной безопасности (НРБ 99/2009). Содержание  $^{90}\text{Sr}$  ниже уровня вмешательства на два порядка величин.

2. На основании результатов исследования донных отложений, показано, что ранее имели место дополнительные поступления в водоем  $^{137}\text{Cs}$  и, в значительно меньших количествах,  $^{239, 240}\text{Pu}$ . Более высокое содержание  $^{137}\text{Cs}$  было отмечено в донных отложениях Промливневого канала и несколько меньше в донных отложениях Теплового залива, а также в районе Биофизической станции. Относительно чистые участки на Белоярском водохранилище по содержанию  $^{137}\text{Cs}$  расположены ближе к верховью водоема (район ЛЭП), а также ниже плотины на р. Пышме.

3. Содержание  $^{239, 240}\text{Pu}$  в донных отложениях на два–три порядка величин меньше, чем  $^{137}\text{Cs}$ . Более высокое содержание радионуклида отмечено в донных отложениях Промливневого канала и Теплового залива, минимальные количества радионуклида – в донных отложениях

в районе ЛЭП и реки Пышмы. Содержание  $^{90}\text{Sr}$  в донных отложениях водоема-охладителя мало зависит от сбросов БАЭС и в основном имеет глобальное происхождение.

4. Представлены данные по содержанию  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в двух видах водных растений: роголистнике темно-зеленом и рдесте гребенчатом. Рассчитаны коэффициенты накопления для рдеста гребенчатого и роголистника темно-зеленого (2656 и 1381 для  $^{137}\text{Cs}$  и 4706 и 2600 для  $^{90}\text{Sr}$  соответственно).

5. Содержание  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в трех видах рыбы из Белоярского водохранилища (лещ, плотва, окунь) значительно ниже допустимых величин, предусмотренных СанПиН 2.3.2.1078–01.

### Литература

1. Вернадский В.И. О концентрации радия растительными организмами // Докл. АН СССР. Сер. А. 1930. Т. 20. С. 66–70.
2. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов // Санитарно-эпидемиологические правила и нормы : СанПиН 2.3.2.1078–01. М., 2001. С. 13–35.
3. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность. ГОСТ 17.1.5.01–80. М. : Изд-во стандартов, 1980. 5 с.
4. Нормы радиационной безопасности (НРБ 99/2009): Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы (СанПиН 2.6.1.2523–09) : утв. и введены в действие от 01.09.2009 г. М. : Федер. центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. 100 с.
5. Трапезников А.В., Трапезникова В.Н. Пресноводная радиоэкология. Екатеринбург : АкадемНаука, 2012. 544 с.
6. Трапезников А.В., Чеботина М.Я., Трапезникова В.Н. [и др.]. Влияние АЭС на радиоэкологическое состояние водоема-охладителя. Екатеринбург : АкадемНаука, 2008. 400 с.
7. Чуканов В.Н., Волобуев П.В., Дрожко Е.Г. [и др.]. Генезис и концепция Государственной программы Российской Федерации по радиационной реабилитации Уральского региона. Екатеринбург, 1993. 66 с.
8. Chen Q., Aarkrog A., Nielsen S.P. [et al.]. Determination of Plutonium in environmental samples by controlled valence in anion exchange // J. Radioanalyt. and Nuclear Chem. 1993. Vol. 172, N 2. P. 281–288.
9. Harvey R. S. Temperature effects on the sorption of radionuclides by freshwater algae // Health Phys. 1970. Vol. 19, N 2. P. 293–297.
10. Harvey R. S. Temperature effects on the sorption of  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{85}\text{Sr}$  and  $^{65}\text{Zn}$  by freshwater shrimp // Radionuclides in ecosystems : Proc. 3th Nat. Symp. Radioecol., Oak Ridge, TN, 10–12 May 1971. Springfield, 1971. Vol. I. P. 599–602.

Работа выполнена при финансовой поддержке Комплексной программы фундаментальных исследований Президиума УрО РАН, проект № 15-2-4-12 и гранта РФФИ-Ямал № 16-45-890653.

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

Поступила 22.01.2016

**Для цитирования.** Трапезников А.В., Коржавин А.В., Трапезникова В.Н., Платаев А.П. Радиоэкологическое исследование водоема-охладителя Белоярской АЭС перед вводом в эксплуатацию 4-го энергоблока БН-800 // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2016. № 2. С. 82–88.

## Radioecological research of the Beloyarskaya NPP cooling pond before the Unit No 4 BN-800 commissioning

**Trapeznikov A. V., Korzhavin A. V., Trapeznikova V. N., Plataev A. P.**

Institute of Plant and Animal Ecology, Russian Academy of Science, Ural branch  
(8<sup>th</sup> March Str., 202, Ekaterinburg, 620144, Russia)

Aleksandr Viktorovich Trapeznikov – Dr. Biol. Sci., Head of the Continental radioecology Department; e-mail: vera\_zar@mail.ru; Aleksandr Vasil'evich Korzhavin – PhD. Veterinary Sci., Deputy Head of the Continental radioecology Department; e-mail: bfs\_zar@mail.ru;

Vera Nikolaevna Trapeznikova – PhD. Biol. Sci., Senior Research Associate;

Petrovich Plataev Anatolij – Junior Research Associate; e-mail: ty1985@mail.ru.

**Abstract.** The study presents the results of the research of the bottom sediments, aquatic vegetation, fish of the Beloyarskoe storage pond – the cooling pond of the NPP – for the purpose of determination of the artificial radionuclides: <sup>90</sup>Sr, <sup>137</sup>Cs, and <sup>239, 240</sup>Pu content before the Unit #4 BN-800 commissioning («zero level» survey). It is shown that earlier the pond received <sup>137</sup>Cs and, in small amount, <sup>239, 240</sup>Pu. The higher content of <sup>137</sup>Cs was found in the bottom sediments of the industrial and storm discharge channel, Teplyi bay, and in the area of the Biophysical station. At that <sup>137</sup>Cs and <sup>239, 240</sup>Pu volumetric activity in the water of the Beloyarskoe storage pond was 3–4 orders of magnitude below the intervention level, and <sup>90</sup>Sr content was two orders of magnitude below the intervention level, provided by Radiation safety regulations (NRB-99/2009). The data on <sup>90</sup>Sr and <sup>137</sup>Cs content in two species of the aquatic vegetation are presented and the accumulation coefficient for *Potamogeton pectinatus* and *Ceratophyllum demersum* were calculated (2656 and 1381 for <sup>137</sup>Cs and 4706 and 2600 for <sup>90</sup>Sr correspondingly). <sup>90</sup>Sr and <sup>137</sup>Cs content in three species of fish (bream, roach, perch) is considerably below the permissible values provided by the Sanitary and epidemiological requirements and codes 2.3.2.1078–01.

**Keywords:** emergency situations, a nuclear power plant, the reservoir-cooler of the NPP, radiobiology, technogenic radionuclides, water, bottom sediment, aquatic vegetation, fish.

### References

1. Vernadskij V.I. O koncentracii radija rastitel'nyh organizmami. [On radium concentration by the plant organisms]. *Doklady AN SSSR, Seriya A* [USSR Academy of Science reports. Series A]. 1930. Vol. 20, Pp. 66–70. (In Russ.)
2. Gigienicheskie trebovaniya bezopasnosti i pishhevoj cennosti pishhevyh produktov [Hygienic requirements for safety and nutrient of the foodstuff]. Sanitarno-jepidemiologicheskie pravila i normy (SanPiN 2.3.2.1078–01) [Sanitary and epidemiological requirements and codes 2.3.2.1078–01]. Moskva. 2001. Pp. 13–35. (In Russ.)
3. Gidrosfera. Obshhie trebovaniya k otboru prob donnyh otlozhenij vodnyh ob#ektov dlja analiza na zagryaznennost'. [Hydrosphere. General requirements for bottom sediments sampling of the water bodies for contamination analysis] GOST 17.1.5.01–80 [Government Standard 17.1.5.01–80]. Moskva. 1980. 5 p. (In Russ.)
4. Normy radiacionnoj bezopasnosti (NRB-99/2009) [Radiation safety regulations (NRB-99/2009)]. Sanitarno-jepidemiologicheskie pravila i normy (SanPiN 2.6.1.2523–09) [Sanitary and epidemiological requirements and codes 2.6.1.2523–09]. Approved and put into effect on 01.09.2009. Moskva. 2009. 100 p. (In Russ.)
5. Trapeznikov A. V., Trapeznikova V. N. Presnovodnaja radiojekologija [Fresh-water radioecology]. Ekaterinburg. 2012. 544 p. (In Russ.)
6. Trapeznikov A. V., Chebotina M. Ja., Trapeznikova V. N. [et al.]. Vlijanie AJeS na radiojekologicheskoe sostojanie vodoema-ohladiatelya [The influence of the NPP on the radioecological condition of the cooling pond]. Ekaterinburg. 2008. 400 p. (In Russ.)
7. Chukanov V. N., Volobuev P. V., E. G. Drozhko [et al.]. Genezis i koncepcija Gosudarstvennoj programmy Rossijskoj Federacii po radiacionnoj reabilitacii Ural'skogo regiona [Genesis and conception of the Russian Federation State program for the radiation rehabilitation of the Urals region]. Ekaterinburg. 1993. 66 p. (In Russ.)
8. Chen Q., Aarkrog A., Nielsen S. P. [et al.]. Determination of Plutonium in environmental samples by controlled valence in anion exchange. *J. Radioanalyt. and Nuclear Chem.* 1993. Vol. 172, N2. Pp. 281–288.
9. Harvey R. S. Temperature effects on the sorption of radionuclides by freshwater algae. *Health Phys.* 1970. Vol. 19, N2. Pp. 293–297.
10. Harvey R. S. Temperature effects on the sorption of <sup>137</sup>Cs, <sup>85</sup>Sr and <sup>65</sup>Zn by freshwater shrimp. *Radionuclides in ecosystems: Proc. 3th Nat. Symp. Radioecol.*, Oak Ridge, TN, 10–12 May 1971. Springfield. 1971. Vol. 1. Pp. 599–602.

Received 22.01.2016

**For citing.** Trapeznikov A. V., Korzhavin A. V., Trapeznikova V. N., Plataev A. P. Radioekologicheskoe issledovanie vodoema-okhladiatelya Beloyarskoj AES pered vodom v ekspluatatsiyu 4-go energobloka BN-800. *Med.-biol. i sots.-psikhol. probl. bezopasnosti v chrezv. situatsiyakh*. 2016. N 2. Pp. 82–88. (In Russ.)

Trapeznikov A. V., Korzhavin A. V., Trapeznikova V. N., Plataev A. P. Radioecological research of the Beloyarskaya NPP cooling pond before the Unit No 4 BN-800 commissioning. *Medical-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2016. N 2. Pp. 82–88.

## ЦИНК-ДЕФИЦИТНЫЕ СОСТОЯНИЯ У ЛИКВИДАТОРОВ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ РЕГИОНЕ РОССИИ

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

Выполнена лабораторная диагностика обеспеченности цинком организма ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС) с целью выявления распространенности цинк-дефицитного состояния и предложить соответствующие корректирующие мероприятия. В ходе выполнения работы проведено амбулаторное обследование 461 ликвидатора последствий аварии на ЧАЭС, проживающих в Северо-Западном регионе России, в том числе 124 человека были обследованы 2 раза: 10 лет тому назад и в настоящее время. Средний возраст ликвидаторов при первом обследовании составил  $(48,0 \pm 2,5)$  лет. Оценку содержания цинка во внутренней среде организма осуществляли путем анализа химического состава биопроб волос методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. Результаты дают основание констатировать, во-первых, широкую распространенность дефицита цинка у ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС и, во-вторых, нарастание дефицита цинка с увеличением возраста обследуемых, что необходимо учитывать при разработке профилактических и индивидуальных лечебных программ оздоровления.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, Чернобыльская АЭС, ликвидатор последствий аварии, цинк, макро-, микроэлемент, биоэлементный статус, масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой.

### Введение

Многие исследователи минерального обмена среди анализируемых эссенциальных биоэлементов особое внимание уделяют цинку, что связано с его уникальной биологической ролью, главным образом, его участием во многих ферментных системах. К настоящему времени идентифицировано около 300 ферментов, нуждающихся в цинке для выполнения своих функций [1, 8, 11]. Цинк является единственным металлом, представленным в каждом классе ферментов, и не может быть заменен никаким другим металлом. Он катализирует многочисленные реакции, входит в состав лидаз (более 20 ферментов), фосфотрансфераз (более 10 ферментов). Цинк необходим для всех процессов, связанных с усиленным клеточным делением (рост, заживление ран, сперматогенез), активно участвует в метаболизме нуклеиновых кислот и синтезе белков, оказывает ингибирующее действие на рибонуклеазу, НАДФ-оксидазу, снижает активность АТФазы в макрофагах, индуцирует биохимические реакции, действуя сам как фермент, расщепляя фосфодиэстеразные мостики РНК, стабилизи-

руя структуру ДНК. Он необходим для всех фаз клеточного цикла.

Цинку отводят важную роль в структуре и функции биомембран, росте и метаболизме костной ткани, проведении нервных импульсов, обмене полиненасыщенных жирных кислот, метаболизме простагландинов, повышении уровня энергетических процессов, в метаболизме и обеспечении действия гормонов гипофиза, надпочечников, поджелудочной и предстательной желез, семенников [1, 2, 6, 9–11].

Такое многообразие функций цинка в физиологических и патофизиологических процессах может быть обеспечено только при условии его достаточного содержания в организме и, следовательно, при соблюдении, как минимум, оптимального поступления цинка с пищей.

В целом, основной причиной экзогенного дефицита цинка является недостаточное его поступление с пищей и нерациональное соотношение в рационе между протеинами, липидами, минералами. Дефицит цинка достаточно распространен в мире, даже в высокоразвитых странах. Зависимость от поступления цинка с пищей, практически от-

Шантырь Игорь Игнатьевич – д-р мед. наук, проф., зав. науч.-исслед. отд. биоиндикации, Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А. М. Никифорова МЧС России (Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2); e-mail: shantyr@arcerm.spb.ru;

Яковлева Мария Владимировна – канд. биол. наук, зав. науч.-исслед. лаб. элементного анализа, Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А. М. Никифорова МЧС России (Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2); e-mail: iakorobok@mail.ru;

Власенко Мария Александровна – канд. биол. наук, науч. сотр. лаб. элементного анализа, Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А. М. Никифорова МЧС России (Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2); e-mail: vlasenkomaria@gmail.com.

сутствие резерва в организме, высокая потребность в нем определяют значительную распространенность дефицита цинка [8, 9].

На практике о цинк-дефицитном состоянии судят не столько по его клинической картине, что встречается в развитых странах достаточно редко, а по показателям лабораторной диагностики.

Цель исследования – представить результаты лабораторной диагностики содержания цинка в биологических пробах ликвидаторов последствий аварии (ЛПА) на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС), проживающих в Северо-Западном регионе России, для выявления распространенности цинк-дефицитного состояния и предложить соответствующие корректирующие мероприятия.

### Материал и методы

Работу выполняли в научно-исследовательской лаборатории элементного анализа Всероссийского центра экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России.

Всего обследовали 461 участника ЛПА на ЧАЭС, проживающих на территории Северо-Западного региона РФ, в том числе 124 человека были обследованы 2 раза: 10 лет тому назад и в настоящее время. Средний возраст ликвидаторов при первом обследовании составил  $(48,0 \pm 2,5)$  лет.

Определение содержания цинка проводили в биопробах волос на квадрупольном масс-спектрометре с аргоновой плазмой (X-SERIES II ICP-MS) в соответствии с методическими указаниями, утвержденными Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации [7].

Статистический анализ результатов исследований провели с использованием программного комплекса Statistica 6.1. Для непрерывных переменных рассчитали средние значения, стандартные отклонения, 95% доверительные интервалы, медианы,  $q^{25}$  – нижний квартиль,  $q^{75}$  – верхний квартиль.

### Результаты и их анализ

Результаты определения концентрации цинка в волосах ЛПА в разные временные периоды представлены в таблице.

Выявлены достоверные различия относительных величин распространенности дефицита цинка у ЛПА на ЧАЭС, проведенные в настоящее время и 10 лет тому назад ( $p < 0,05$ ). Результаты дают основание констатировать, во-первых, широкую распространенность дефицита цинка у ЛПА на ЧАЭС и, во-вторых, нарастание дефицита цинка с увеличением возраста обследуемых. В ранее проведенных исследованиях было показано, что с увеличением возраста обследуемых происходило снижение уровня цинка в организме [4].

Полученные результаты отражают актуальность решения проблемы цинк-дефицитных состояний у ЛПА на ЧАЭС, что необходимо учитывать при разработке профилактических и индивидуальных лечебных программ оздоровления.

Выявленные цинк-дефицитные состояния, как правило, не носят выраженного клинического характера и могут проявляться следующей симптоматикой: утомляемостью, раздражительностью, депрессивным состоянием, снижением массы тела, расслоением ногтей, сухостью и ломкостью волос, снижением инсулина, частыми простудными заболеваниями, анемией, лимфоцитопенией, ослаблением функций печени, предстательной и поджелудочной желез [2, 3–6, 9]. Целенаправленная лабораторная диагностика биоэлементного статуса таких пациентов помогает исключить участие цинка в этих проявлениях.

В случае установления дефицита необходимо в первую очередь обеспечить ежедневное поступление цинка с пищей в достаточном количестве, ориентируясь на методические рекомендации МР 2.3.1.2432–08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации».

При этом следует учитывать, что усвоение цинка из пищевых продуктов различно и в значительной мере зависит от содержания животного белка в пище. Из смешанных рационов питания усваивается всего 10–30% цинка. Низкобелковый рацион не только снижает всасывание цинка, но и увеличивает выведение эндогенного цинка. Поэтому дефицит цинка на фоне низкобелкового питания особенно неблагоприятен [4]. Следует учесть

Концентрация цинка в пробах волос ЛПА на ЧАЭС в разные периоды времени

Период обследования	Количество	Показатель, мкг/г			Распространенность дефицита, %
		Me	$q^{25}$	$q^{75}$	
В настоящее время	337	62,32	38,57	100,10	59
10 лет тому назад	124	80,17	59,20	97,45	41



и тот факт, что на всасывание цинка из желудочно-кишечного тракта влияет соотношение с некоторыми минералами, с которыми цинк вступает в конкурентные отношения: кальций, железо, медь, кадмий и свинец.

Цинк при физиологических условиях существует в растворе в виде гидратированного иона  $Zn^{2+}$ , который, вследствие наличия заряда и высокой гидрофильности, не способен проходить непосредственно через липидные слои биологических мембран [9,10]. Поэтому для улучшения всасывания необходимо обеспечить разнообразие пищевого рациона. Как правило, продукты, богатые цинком, богаты клетчаткой и витаминами (особенно группы В).

### Выводы

1. Выявленная распространенность дефицита цинка у участников аварийно-восстановительных работ на Чернобыльской АЭС может иметь значение в развитии у данной категории граждан соматической патологии.

2. Проблема восполнения недостаточности цинка в питании ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС Северо-Западного региона весьма актуальна.

3. Для поддержания необходимого уровня цинка у ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС не исключены показания к систематическому приему витаминно-минеральных комплексов или биологически активных добавок к пище (БАДП) и минеральных вод.

### Литература

1. Авцын А. П., Жаворонков А. А., Риш М. А. [и др.]. Микроэлементозы человека: этиология, класси-

фикация, органопатология. М.: Медицина, 1991. 496 с.

2. Агаджанян Н. А., Скальный А. В. Химические элементы в среде обитания и экологический портрет человека. М.: Изд-во КМК, 2001. 83 с.

3. Бабенко Г. А. Микроэлементозы человека: патогенез, профилактика, лечение // Микроэлементы в медицине. 2001. № 2 (1). С. 2–5.

4. Бурцева Т. И., Рудаков И. А. Зависимость элементного состава волос от содержания биоэлементов в рационе питания // Микроэлементы в медицине. 2007. № 8. С. 57–60.

5. Власенко М. А. Элементный статус, показатели свободнорадикального окисления и антиоксидантной системы у сотрудников Федеральной противопожарной службы МЧС России: автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2012. 24 с.

6. МУК 4.1.1483–03. Определение содержания химических элементов в диагностируемых биосубстратах методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргоновой плазмой: метод. указания: утв. гл. гос. сан. врачом России 29.06.3003 г. / С. И. Иванов, Л. Г. Подунова, В. Б. Скачков [и др.]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200032531/>.

7. Некрасов В. И., Скальный А. В. Элементный статус лиц вредных и опасных профессий. М.: РОСМЭМ, 2006. 229 с.

8. Оберлис Д., Харланд Б., Скальный А. В. Биологическая роль макро- и микроэлементов у человека и животных. СПб., 2008. 544 с.

9. Frausto da Silva J. J. R., Williams R. J. P. The biological chemistry of the elements: The inorganic chemistry of life. 2-nd ed. Oxford: Oxford University Press, 2001. 575 p.

10. Oberleas D. Mechanism of zinc homeostasis // J. Inorg Biochem. 1996. Vol. 62, N4. P. 231–241.

11. Swinkels J. W., Kornegay E. T., Verstegen M. W. Biology of zinc and biological value of dietary organic zinc complexes and chelates // Nutr. Res. Rev. 1994. Vol. 7, N 1. P. 129–149.

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

Поступила 11.02.2016

**Для цитирования.** Шантырь И. И., Яковлева М. В., Власенко М. А. Цинк-дефицитные состояния ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС в Северо-Западном регионе России // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2016. № 2. С. 89–92.

## Zinc deficiency in liquidators of the ChPP accident aftermath residing in the North-West region of Russia

Shantyr I. I., Yakovleva M. V., Vlasenko M. A.

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

Igor Ignat'evich Shantyr – Dr. Med. Sci., Prof., Head of Bioindication division; e-mail: shantyr@arcern.spb.ru;  
Maria Vladimirovna Yakovleva – PhD Biol. Sci., Head of Laboratory of element analysis; e-mail: iakorobok@mail.ru;  
Maria Alexandrovna Vlasenko – PhD Biol. Sci., Researcher of Laboratory of element analysis; e-mail: vlasenkomaria@gmail.com.

**Abstract.** Zinc levels were assessed in liquidators of the Chernobyl Nuclear Power Plant (ChNPP) accident aftermath in order to identify the prevalence of zinc deficiency and propose corrective measures. 461 liquidators of the ChPP accident aftermath (residents of the North-West region of Russia) were examined in outpatient settings including 124 people who were tested twice (10 years ago and at present). Their mean age was  $(48.0 \pm 2.5)$  years. Zinc levels in the body were assessed using hair bioassays via mass spectrometry with inductively coupled plasma. The results show, firstly, the high prevalence of zinc deficiency in the liquidators of the ChNPP accident aftermath and, secondly, age-related increase in zinc deficiency; this should be considered when developing prevention and individual rehabilitation programs.

**Keywords:** emergency, Chernobyl NPP, liquidators of accident aftermath, zinc, macro element, trace element, bioelemental status, mass spectrometry with inductively coupled plasma.

#### References

1. Avtsyn A. P., Zhavoronkov A. A., Rish M. A. [et al.]. Mikroelementozy cheloveka: etiologiya, klassifikatsiya, organopatologiya [Human microelementoses: etiology, classification, organopathology]. Moskva. 1991. 496 p. (In Russ.)
  2. Agadzhanyan N. A., Skal'nyi A. V. Khimicheskie elementy v srede obitaniya i ekologicheskii portret cheloveka [Chemical elements in habitat and an ecological portrait of a human]. Moskva. 2001. 83 p. (In Russ.)
  3. Babenko G. A. Mikroelementozy cheloveka: patogenez, profilaktika, lechenie [Human microelementoses: pathogenesis, prophylactics, treatment]. *Mikroelementy v meditsine* [Trace Elements in Medicine]. 2001. Issue 2. Pp. 2–5. (In Russ.)
  4. Burtseva T. I., Rudakov I. A. Zavisimost' elementnogo sostava volos ot sodержaniya bioelementov v ratsione pitaniya [The dependence of hair elemental composition on the content of bioelements in the diet]. *Mikroelementy v meditsine* [Trace Elements in Medicine]. 2007. Issue 8. Pp. 57–60. (In Russ.)
  5. Vlasenko M. A. Elementnyi status, pokazateli svobodnoradikal'nogo okisleniya i antioksidantnoi sistemy u sotrudnikov Federal'noi protivopozharnoi sluzhby MChS Rossii [Element status, indicators of free radical oxidation and antioxidant system in employees of the Federal fire service of EMERCOM of Russia]: Abstract dissertation PhD Med. Sci. Sankt-Peterburg. 2012. 24 p. (In Russ.)
  6. MUK 4.1.1483–03. Opredelenie sodержaniya khimicheskikh elementov v diagnostiruemykh biosubstratakh metodom mass-spektrometrii s induktivno svyazannoi argonovoi plazmoi [The definition of the content of chemical elements in the biosubstrates diagnosed by the method of mass spectrometry with inductively coupled argon plasma]. S. I. Ivanov, L. G. Podunova, V. B. Skachkov [et al.]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200032531/>. (In Russ.)
  7. Nekrasov V. I., Skal'nyi A. V. Elementnyi status lits vrednykh i opasnykh professii [Element status of persons engaged in harmful and hazardous occupations]. Moskva. 2006. 229 p.
  8. Oberlis D., Kharland B., Skal'nyi A. V. Biologicheskaya rol' makro- i mikroelementov u cheloveka i zhivotnykh [The biological role of macro- and microelements in humans and animals]. Sankt-Peterburg. 2008. 544 p. (In Russ.)
  9. Frausto da Silva J. J. R., Williams R. J. P. The biological chemistry of the elements: The inorganic chemistry of life. 2<sup>nd</sup> ed. Oxford: Oxford University Press. 2001. 575 p.
  10. Oberleas D. Mechanism of zinc homeostasis. *J. Inorg Biochem.* 1996. Vol. 62, N4. Pp. 231–241.
  11. Swinkels J. W., Kornegay E. T., Verstegen M. W. Biology of zinc and biological value of dietary organic zinc complexes and chelates. *Nutr. Res. Rev.* 1994. Vol. 7, N 1. Pp. 129–149.
- Received 11.02.2016

**For citing.** Shantyr I. I., Yakovleva M. V., Vlasenko M. A. Tsink-defitsitnye sostoyaniya likvidatorov avarii na Chernobyl'skoi AES v Severo-Zapadnom regione Rossii. *Med.-biol. i sots.-psikhol. probl. bezopasnosti v chrezv. situatsiyakh.* 2016. N 2. Pp. 89–92. (In Russ.)

Shantyr I. I., Yakovleva M. V., Vlasenko M. A. Zinc deficiency in liquidators of the Chernobyl NPP accident aftermath residing in the North-West region of Russia. *Medical-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations.* 2016. N 2. Pp. 89–92.

## ГЕНЕТИКО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЕСТЕСТВЕННОЙ ДЕТОКСИКАЦИИ В ОЦЕНКЕ РИСКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ФОСФОРОРГАНИЧЕСКИХ ОТРАВЛЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

Научно-исследовательский институт гигиены, профпатологии и экологии человека  
Федерального медико-биологического агентства (Россия, Ленинградская область,  
Всеволожский район, п. Кузьмолловский, ст. Капитолово, корп. 93)

Представлены современные сведения о роли многоуровневой системы детоксикации (ферменты биотрансформации, антиоксидантная, иммунная системы и др.) в оценке состояния здоровья лиц, контактирующих с фосфорорганическими отравляющими веществами (ФОВ). Показано значение генетического полиморфизма в регулировании защитных механизмов организма, ослабление которых может служить пусковым механизмом нарушений при воздействии химических токсикантов. Критериями риска здоровью, кроме известных биомаркеров острого воздействия ФОВ (ацетилхолинэстераза, бутирилхолинэстераза), являются нейротоксическая эстераза, аддукты ФОВ с альбумином, параоксоназа 1, цитокинетический профиль, компоненты антиоксидантной системы, хемокин эотаксина; белок семафорин-3В и др., характеризующие уровень защитных систем организма.

Ключевые слова: токсикология, риск, фосфорорганическое отравляющее вещество, детоксикация, генетика, биохимия, генетико-биохимический показатель.

### Введение

В настоящее время заканчивается реализация федеральной целевой программы «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации», принятой в связи с ратификацией в 1997 г. международной Конвенции о запрещении химического оружия. Наиболее опасными из уничтожаемых боевых отравляющих веществ являются фосфорорганические вещества (ФОВ), обладающие выраженным острым, а также отсроченными свойствами [2, 16, 21, 29, 31–36, 41, 42, 44, 45]. Применение ФОВ возможно при террористических актах, запрещенных военных действиях, поэтому актуальным остается продолжение изучения реакции организма на их влияние в различных ситуациях и при разных сроках после воздействия.

Являясь в основном гидрофобными соединениями, ФОВ легко проникают через неповрежденную кожу, биологические мембраны, гистогематический и гематоэнцефалический барьеры [2, 14, 16, 34, 42]. Значительная их часть депонируется в организме, растворяясь в жировой ткани, липидах мембран клеток, проникает в цитоплазму, взаимодействуя с мембранами клеточных органелл, сорбируются на эндотелии сосудов и поверхности эритроцитов. Депонированное вещество постепенно высвобождается и вновь поступает

в кровь, поддерживая токсическую концентрацию.

Эффекты ФОВ обусловлены, с одной стороны, прямым их токсическим действием на органы-мишени, с другой – защитными механизмами системы детоксикации организма, характеризующимися как общими, так и индивидуальными реакциями организма пострадавших [1, 2, 16, 44].

При оценке риска действия ФОВ на здоровье лиц, имеющих возможность контакта с ними, важен выбор критериев эффектов, наблюдаемых у пораженных в условиях аварийных и штатных ситуаций и при других инцидентах. Особую сложность представляет прогноз и оценка риска последствий длительного низкоуровневого воздействия ФОВ на здоровье пострадавших, наблюдаемых в отдаленный период.

*Цель исследования* – поиск и обоснование генетико-биохимических показателей (биомаркеров естественной детоксикации организма) для использования их при оценке риска влияния ФОВ на здоровье человека.

### Материал и методы

Проведено обобщение литературных данных и результатов исследований, выполненных сотрудниками Научно-исследовательского института гигиены, профпатологии

Рембовский Владимир Романович – д-р мед. наук проф., засл. деят. науки России, директор, Науч.-исслед. ин-т гигиены, профпатологии и экологии человека ФМБА России (Россия, 188663, Ленинградская область, Всеволожский район, п. Кузьмолловский, ст. Капитолово, корп. 93); e-mail: gpech@fmbamail.ru;

Могиленкова Любовь Абрамовна – д-р мед. наук, вед. науч. сотр., Науч.-исслед. ин-т гигиены, профпатологии и экологии человека ФМБА России (Россия, 188663, Ленинградская область, Всеволожский район, п. Кузьмолловский, ст. Капитолово, корп. 93); e-mail: gpech@fmbamail.ru.

и экологии человека Федерального медико-биологического агентства России, по изучению влияния ФОВ на процессы биотрансформации и другие механизмы детоксикации в условиях эксперимента и при проведении клинико-эпидемиологических исследований, в которых были использованы современные генетико-биохимические и иммунологические показатели, являющиеся биомаркерами эффектов ФОВ. Обоснованы ведущие критерияльно значимые биомаркеры детоксикации, характеризующие ослабление защитных реакций (повышение опасности токсического воздействия) при контакте с ФОВ.

### Результаты и их анализ

В настоящее время накопились сведения не только о прямом действии ФОВ, но и о роли защитных механизмов организма в снижении их токсичности, что явилось предметом проведенного информационно-аналитического исследования.

Общепризнано, что ведущий механизм токсического действия ФОВ – антихолинэстеразный, основан на фосфорилировании активного центра холинэстеразы с образованием стойких фосфорилхолинэстераз, не обладающих ферментной активностью, что обуславливает основную симптоматику острых отравлений ФОВ [2, 16, 34, 45]. ФОВ обладают мускариноподобным и никотиноподобным свойством. Накопление ацетилхолина в организме способствует выбросу в кровь стероидных гормонов, адреналина, гистамина, серотонина, глицина, гамма-аминомасляной кислоты (ГАМК) и других медиаторов. При острой холинергической токсичности, вызванной снижением активности ацетилхолинэстеразы (КФ 3.1.1.7; АХЭ), одни из гормонов (гистамин, серотонин) усиливают, а другие (адреналин, стероидные гормоны, ГАМК) – ослабляют эффекты ацетилхолина. Наиболее чувствительными мишенями антихолинэстеразного действия ФОВ являются протеиновые структуры головного мозга, взаимосвязанные с АХЭ [45, 46].

Как и АХЭ, нейротоксичная эстераза (КФ 3.1.1.5; НТЭ) является «первичной» специфической биомшенью (и соответственно биомаркером), взаимодействие с которой обуславливает отставленную нейротоксичность ФОВ [16, 30, 34]. НТЭ играет важную роль в липидном гомеостазе мембран; участвует в межклеточном сигнальном пути между нейронами и глиальными клетками, в регулировании уровня токсичных лизофосфолипидов

в мембранах эндоплазматического ретикулума. ФОВ необратимо ингибируют НТЭ с последующим быстрым старением фосфорилированного фермента и инициированием синдрома «отставленной нейротоксичности» [30]. Патогенез димиелинизирующих заболеваний, вызванных ФОВ, связан не только со снижением активности нейротоксической эстеразы, но и с развитием аутоиммунных реакций на нейроантигены и, как следствие, аксональной дегенерацией, проявляющейся стойкими необратимыми неврологическими нарушениями [5].

ФОВ также оказывают прямое влияние на холинреактивные системы, синаптическую передачу импульса и постсинаптические мембраны; вызывают цитомембранотоксический эффект, оксидантный стресс; сенсбилизацию и аутосенсбилизацию, угнетение врожденного и адаптивного иммунитета; влияют на гемостаз и систему комплемента, нейрогуморальную регуляцию [6, 11, 16, 34, 36].

Длительность нахождения ФОВ в организме животных и человека определяется дозой, объемом, особенностями проникновения и связывания, а также скоростью биотрансформации и элиминации [16]. В ослаблении токсического действия ФОВ (зарин, зоман, VX) на организм велика роль процессов детоксикации, осуществляющихся практически во всех тканях, начиная с путей поступления.

Преодолевая внешние барьеры, ФОВ поступают в кровь, где связываются с белками плазмы, форменными элементами крови и транспортируются к органам и тканям. Наибольшее значение в связывании ФОВ из плазменных белков имеет сывороточный альбумин [2, 5, 9, 16, 26]. Эстеразная активность альбумина обусловлена образованием аддуктов с ними ФОВ по Tyr-411 и Tyr-150 [5, 26]. С Tyr-411 в основном связана псевдоэстеразная активность альбумина (зоман) в реакциях ацетилирования. Для образования продуктивного фермент-лигандного комплекса зомана с сайтом «Tyr-150», ответственным за гидролиз, необходим перенос протона с Tyr-150 на His-242 [5]. Показано, что сайт альбумина Ser193 участвует в связывании или гидролизе зомана.

Поступившие в организм ФОВ подвергаются метаболизму в системе биотрансформации (гидролизу, окислению и т.д.), преимущественно в печени. Происходит образование в большинстве случаев менее токсичных и более гидрофильных соединений, выводимых почками [2, 15, 16, 18]. Имеются данные об участии в метаболизме ФОВ ми-



кросомальных (цитохромов – СYP: СYP2D6 и др.) и немикросомальных ферментов 1-й фазы, а также 2-й фазы биотрансформации ( $\pi$ -1-глутатион-S-трансферазы, N-ацетилтрансферазы и др.).

Основной реакцией 1-й фазы биотрансформации ФОВ является их гидролиз немикросомальными сериновыми гидролазами, VX – также окисление по сульфидной группе. Неспецифические эстеразы – бутирилхолинэстераза (КФ 3.1.1.8; БХЭ), карбоксилэстеразы (КФ 3.1.1.1; КЭ), а также параоксоназы (КФ 3.1.8.1; 3.1.1.2, PON) – это «вторичные» мишени, которые действуют как стехиометрические скавенджеры (чистильщики), снижая концентрацию ФОВ и, соответственно, ослабляя их токсический эффект.

Детоксическая функция БХЭ проявляется при воздействии многих токсических веществ, экспрессия обнаружена во всех клетках (кроме эритроцитов) [30].

БХЭ стехиометрически связывается с ФОВ, препятствуя их воздействию на АХЭ вследствие быстрого взаимодействия ФОВ с БХЭ с последующим «старением» фосфонированного фермента. Профилактическое введение животным БХЭ значительно повышает их выживаемость при действии летальных доз ФОВ, а снижение ее содержания и активности обуславливает повышенную чувствительность к фосфорорганическим пестицидам и отравляющим веществам. Активность БХЭ коррелирует со степенью ожирения пациентов, липидным профилем сыворотки крови и степенью резистентности к инсулину. Снижение ее активности наблюдается при некоторых заболеваниях печени, ожогах, дистрофии, рахите, черепно-мозговых травмах, недостаточности околотитовидных желез, при развитии нейродегенеративных заболеваний, бронхиальной астмы, особенно в старшем возрасте [15, 16, 30].

Карбоксилэстеразы гидролизуют липофильные химические соединения, включая ФОВ [16, 30, 41]. Фосфорилированная КЭ (КЭ1) плазмы в отличие от БХЭ подвергается быстрой спонтанной реактивации с образованием нетоксичных и неактивных метаболитов фосфорорганических соединений. КЭ1 способна восстанавливать свою активность даже после ингибирования заринном и другими ФОВ. КЭ человека контролирует липолиз, участвует в гидролизе эфиров холестерина и таким образом снижает риск развития атеросклероза и метаболического синдрома, проявления сахарного диабета. В крови чело-

века уровень активности КЭ невысокий. Это предполагает низкую роль КЭ в крови человека в качестве биомаркера воздействия ФОВ.

Параоксоназы относятся к классу А-эстераз: являются субстратами ФОС, способны инактивировать параоксон [15, 18, 30]. Локализуются в основном в плазме крови и связаны с липопротеинами высокой плотности. Из 3 изоформ (PON 1, PON 2 и PON 3) наибольшее значение в биотрансформации ФОВ имеет параоксоназа-1 (PON 1). Физиологической функцией PON 1 является гидролиз гомоцистеин-тиолактона, что предотвращает гомоцистеинилирование белков. Эта кальций-зависимая гидролаза также предотвращает окисления липопротеидов низкой плотности, предупреждает развитие атеросклероза. PON 1 действует как каталитический скавенджер: инактивирует зарин, зоман, табун, органофосфаты, карбаматы, эфиры уксусной кислоты и др. [30].

Также выявлено, что к органофосфат-разлагающим агентам фосфорорганических соединений (ФОВ – зоман) относится пролидаза – фермент, гидролизующий пептидную связь, образованную иминогруппой пролина или окипролина и играющий важную роль в биосинтезе коллагена на посттрансляционном уровне [18].

Между процессами биотрансформации ФОВ и иммунными реакциями существует тесное взаимодействие. Подвергаясь метаболизму, они действуют как гаптены, вызывая сенсibilизацию, повышенную чувствительность к собственным белковым структурам (аутосенсibilизация), развитие вторичного иммунодефицита [11, 16]. Изменяют секреторную активность клеток (межклеточных медиаторов, тканевых регуляторов проницаемости). Иницируется хемотаксис лейкоцитов и освобождение цитокинов, кардинально меняется сложный каскад взаимодействий в системе иммунокомпетентных клеток – эффекторов и модуляторов. ФОВ вызывают потерю экспрессии молекул МНС класса I.

Под влиянием ФОВ отмечено снижение концентрации в крови цитокинов (ИФН- $\gamma$ , ФНО $\alpha$ , ИЛ-1 $\beta$ , ИЛ-2, ИЛ-4, ИЛ-6), с которым связано угнетение функций Th1- и Th2-лимфоцитов.

Снижение специфического (адаптивного) клеточного ответа на ФОВ более выражено, чем врожденного иммунитета. Выявлено развитие аутоаллергии (аутоантитела к тканевым белкам печени и почек) при субхроническом поступлении ФОВ в малых дозах [7].

Одним из механизмов иммуносупрессии при хроническом отравлении ФОВ является инициация ПОЛ [11]. Образующиеся свободные радикалы (супероксиданион, пероксид водорода, гидроксил-радикал, пероксил-радикал и другие активные формы кислорода – АФК) оказывают прооксидантное действие, характеризующееся изменением структуры белков, нуклеотидов, цитомембранотропного и других эффектов [11, 17]. Нейтрализацию АФК осуществляют специальные молекулы-восстановители и ферменты – антиоксиданты (супероксиддисмутаза – SOD, каталаза – CAT, глутатионпероксидаза – GPX и др.), способствующие стабилизации мембран гепатоцитов и других клеток и восстановлению активности связанных с ней ферментов [2, 14]. Снижение антиоксидантной защиты может обуславливать развитие патологических процессов, наблюдаемых также при длительном низкоуровневом воздействии ФОВ и их метаболитов [8, 11, 24].

Анализ материалов комплексных медико-гигиенических исследований показал, что работы по уничтожению химического оружия ФОВ у персонала объектов хранения и уничтожения химического оружия типа ФОВ привели к развитию вегетативной симптоматики, росту болезней органов пищеварения и дыхания, изменению гемограммы, иммунологических и других показателей, оцененных как начальные проявления воздействия производственных факторов неспецифического характера [25, 27–29, 35]. У лиц, непосредственно занятых уничтожением боеприпасов на объектах хранения и уничтожения химического оружия типа ФОВ, выявлены нарушения функции печени, солевого обмена, что в основном может быть связано с работой в изолирующих средствах защиты. Развитие заболеваний по классам болезней нервной системы, кровообращения и костно-мышечной системы было наиболее высоким у стажированных работников старшей возрастной группы. Биохимическими исследованиями установлено, что у лиц, работающих в наибольшем контакте с продуктами уничтожения химического оружия типа ФОВ, наблюдается статистически значимое снижение содержания триглицеридов, мочевины, активности щелочной фосфатазы, уровня кальция и повышение содержания органического фосфора в периферической крови. Отмечена тенденция к снижению активности БХЭ. В зависимости от фенотипа Q192R у работников с генотипами QQ и QR отмечена слабая тен-

денция к повышению уровня PON1, а у лиц с генотипом RR – к снижению активности фермента.

У работников объектов хранения и уничтожения химического оружия типа ФОВ характерными явились изменения клеточного иммунитета в виде увеличения числа Т-хелперов (CD4+), цитотоксических лимфоцитов (CD8+), естественных киллеров (CD16+), снижения числа клеток, экспрессирующих маркеры CD25+ и CD95+, повышения маркера HLA-DR+. Наблюдалась тенденция к снижению содержания IgM и IgG в крови в сочетании с уменьшением количества В-лимфоцитов (CD20+), что свидетельствует о недостаточности гуморального звена иммунного ответа. У ряда работников выявлены повышение уровня онкомаркеров, развитие сенсibilизации к маркеру антигенов фосфорорганических средств (хлорофому).

Изучение «цитокинового профиля» (интерлейкины-1 $\beta$ , -2, -4, -10, -13, -17; TNF- $\alpha$ ; IFN- $\gamma$ ; хемокин эотаксин и др.) у работающих на объектах хранения и уничтожения химического оружия типа ФОВ в «грязной зоне» показало тенденцию к снижению цитокинов, регулирующих провосполительные (ИЛ-2, ИЛ-6, TNF- $\alpha$ ; IFN- $\gamma$  и др.) и противовоспалительные (ИЛ-4, ИЛ-10, ИЛ-13), а также регуляторные иммунологические процессы (ИЛ-10 – Treg; ИЛ-9 – Th 9; ИЛ-17 – Th 17). Исключение составило статистически значимое повышение уровня хемокина эотаксина, участвующего в активации аллергической реакции.

Полученные данные согласуются с результатами других авторов по изучению иммунного статуса персонала, работавшего с ФОВ [7, 8, 13, 16, 23], и свидетельствуют о тенденции к снижению как провоспалительных, так и противовоспалительных Тh-лимфоцитов и других регуляторных Т-лимфоцитов, развитию иммунодефицита, аутоиммунных процессов, аллергизации организма. Аналогичные изменения наблюдались и в условиях токсического эксперимента [11].

Результаты клинико-эпидемиологических и экспериментальных исследований показывают, что следует обратить особое внимание на возможность развития отдаленных эффектов у чувствительных к ФОВ лиц, даже при контакте с токсикантами на уровне ниже предельно допустимых концентраций. В этом плане настораживает реальный риск развития профессиональной интоксикации высокой и сверхвысокой степени, болезней нервной системы и органов чувств, ишемической бо-

лезни сердца, язвенной болезни, канцерогенеза и др., зарегистрированный у работавших на бывшем производстве VX (данные анализа риска за 3-летний период – 1988–1991 гг.) после его ликвидации [19], а также сведения о снижении активности БХЭ, PON1 и иммунных нарушениях у персонала объектов по уничтожению химического оружия типа ФОВ, которые могут быть связаны не только с работой в изолирующих костюмах, но с возможностью низкоуровневого действия ФОВ и продуктов их деструкции на организм работающих.

Данные факты свидетельствуют о необходимости продолжения динамических углубленных обследований лиц, работавших непосредственно в контакте с продуктами уничтожения химического оружия, а также разработки лечебно-профилактических мероприятий, обоснования прогноза и в дальнейшем выявления степени риска развития отдаленных эффектов ФОВ.

В настоящее время доказано, что нарушение защитной индивидуальной реакции организма на токсическое и другие виды внешнего воздействия определяются генотипом белковых структур (ферментов биотрансформации, иммунной системы, АОС и др.), участвующих в поддержании гомеостаза (рисунок) [3, 4].

В связи с этим при оценке риска влияния ФОВ на здоровье лиц, контактирующих с этими токсикантами, наряду с показателями токсических эффектов, процессов детоксикации, необходимо использование генетических маркеров (таблица) [4].

Установлено, что основная биомишень ФОВ – АХЭ кодируется одним геном, но вариантов АХЭ, которые различаются только в строении С-концевого фрагмента, много. Существуют два основных варианта АХЭ: нативный УТ1 (90% американской и европейской популяции) и его полиморфная модификация УТ2 (всего 10%), имеющая единичную аминокислотную замену His322Asn. Эта мутация не отражается на активности АХЭ. При этом установлены ряд замен в сDNA АХЭ, одна из которых в стоп-кодоне Q71stop связана с отсутствием активности АХЭ; поскольку носители этой мутации являются гетерозиготами, активность АХЭ составляет примерно 30% от нормы [30].

Точечные мутации гена НТЭ человека приводят к снижению ферментативной активности его и развитию аутосомно-рецессивных расстройств двигательных нейронов [4, 30]. Нейродегенерация развивается в результате комбинации двух событий: потери функции



Влияние полиморфизма генов и внешних факторов (ФОВ) на развитие заболеваний у человека.

Некоторые аллельные варианты генов, кодирующих ферменты биотрансформации ФОВ, АОС, цитокины, связанные с риском развития патологии

Ген	Аллель (генотип)	Предрасположенность к патологии
PON	PON 1 (A192G и L55M)	Нервно-токсическое поражение (снижение активности изоформ A192; M55), ишемическая болезнь сердца (Gln192Arg), болезнь Паркинсона, атеросклероз, церебральный инфаркт, кардиоваскулярные заболевания (Leu55Met)
BHCE	J-вариант: Val142Met	Активность фермента БХЭ снижена на 90%; повышение токсичности ФОВ
SOD2	C (T/C и C/C)	Онкологические заболевания, гипертоническая болезнь, нейродегенеративное состояние, дилатационная кардиомиопатия
CAT	T (T/T и C/T); G (G/G)	Заболевания сердечно-сосудистой системы, бронхиальная астма, инсулинзависимый сахарный диабет, язвенный колит, рак молочной железы, простаты
GPX4	T (C/T и T/T)	Рак молочной железы, церебральный инсульт у больных с эссенциальной гипертензией, остеоартропатия
	C (C/C)	Колоректальный рак, повышенный уровень лейкотриенов
GCLC (глутамат-цистеин лигаза)	T (T/T)	Сахарный диабет I типа, ишемическая болезнь сердца
СУВА (НАДФН-оксидаза)	T(T/T) (640AA)	Ишемическая болезнь сердца Язвенная болезнь
IFNG	IFNG (T/C) IFNG (T-1488C) IFNGR2 (G-1704del)	Бронхиальная астма Гепатит Инфекционные заболевания
TNF $\alpha$	TNF $\alpha$ (G308A)	Бронхиальная астма, рак молочной железы, эндометриоз, сахарный диабет II типа, болезнь Крона, неспецифический язвенный колит, рак щитовидной железы, невынашивание беременности, аллергия
IL-4	IL-4 (C589T)	Атопическая бронхиальная астма, муковисцидоз, инфаркт миокарда, эндометриоз, болезнь Крона
IL-10	IL-10 (C1082A) и (-592A/C) IL-10627C/A	Бронхиальная астма Заболевания нервной системы
IL-17A	IL-17A (G197A)	Заболевания сердечно-сосудистой системы, бронхиальная астма, онкологические заболевания

нормального белка и усиления токсической функции измененного белка. Повышение транскрипционной активности НТЭ в периферических моноцитах наблюдается у пациентов с синдромом хронической усталости.

Особенности усиления токсических эффектов при действии ФОВ на индивидуумов и популяции во многом связаны с полиморфизмом генов, особенно с дефектами (делеция и т. д.) метаболизирующих эстераз (BHCE, PON 1) [30], цитокинов [3]. На состояние АОС значительное влияние оказывает полиморфизм генов антиоксидантных ферментов, который характеризуется межэтнической дифференциацией [12].

Ген BHCE имеет множественные мутации. К неблагоприятным из них относятся «медленные» аллели (A209G и др.), экспрессирующие ингибирование активности БХА. Примерно 1 из 2500 американцев является гомозиготным носителем мутации D70G. Так называемый «К-вариант» встречается гораздо чаще. У носителей «К-варианта» снижено количество циркулирующей в крови БХЭ (примерно на 33%), тогда как молярная активность БХЭ не меняется.

Ген PON 1 кодирует фермент параоксоназу [15]. Из более 200 единичных нуклеотидных полиморфизмов гена PON 1 распространенными являются изоформы L55M и Q192R, влияющие на каталитическую активность фермента. Аллель M ассоциирован с ингибированием метаболизма ФОВ. Наиболее распространенной мутацией, обуславливающей изменение активности фермента, является замена в 192-м положении глутамина на аргинин (Gln192Arg), которая наследуется по ауто-сомному рецессивному типу. Полиморфизм изоформы Q192R существенно влияет на каталитическую активность PON 1 в отношении ФОС (ФОВ) и арилэфиров, а также на развитие нервно-токсического эффекта, ишемической болезни сердца [15, 39, 47, 48].

Полиморфные варианты генов АОС (SOD2, CAT, GPX4 и др.), обуславливая функциональную вариативность белковых продуктов, влияют на широкий спектр биохимических реакций, направленных на активацию патологических процессов, детерминируя риск реализации широкого спектра заболеваний.

Важную роль в развитии патологических процессов также играют полиморфные вариан-



ты генов ключевых цитокинов, участвующих в иммунном ответе при действии ФОВ, особенно соотношения аллельных вариантов генов провоспалительных и противовоспалительных цитокинов, определяющих направленность воспалительных и аллергических реакций. Установлено, что тип адаптивного иммунитета при контакте с ФОВ определяют гены, кодирующие ИФН и ИЛ-4. Ген, кодирующий ИФН, регулирует иммунный ответ по Th1-типу, а ИЛ-4 – по Th2-типу [11]. Делеция гена ИФН нарушает клеточный иммунитет, а с мутацией гена ИЛ-4 связана блокада гуморального ответа. ИЛ-4 является ключевым цитокином в развитии аллергического воспаления. Гетерозиготный СТ и гомозиготный ТТ-генотипы гена ИЛ-4 С589Т характеризуются снижением уровня (дефицитом) ИЛ-4. Промоторный полиморфизм С-33Т и С-590Т гена ИЛ-4 ассоциирован с такими фенотипическими проявлениями, как повышение уровня сывороточного ИЛ-4 и общего IgE.

В настоящее время, кроме выявления основных генотипов, проводится поиск новых «кандидатов» в маркерные гены-мишени действия ФОВ. В опытах *in vitro* на культурах клеток нейробластомы SH-SY5Y показано, что ФОВ снижают экспрессию 5 генов (ARG1, NOSTRIN, PAPP, PLP1, TACR1), связанных метаболическими и другими процессами в нервной, эндотелиальной и прочих тканях [20, 37, 40, 43]. Под влиянием ФОВ наблюдается повышение экспрессии белка семафорина-3В, участвующего в росте аксонов [38]. Также обнаружены ранее неизвестные потенциальные белки-мишени ФОВ (более 10), что требует эпидемиологического подтверждения их роли для человека.

### Заключение

Результаты изучения действия фосфорорганических отравляющих веществ на процессы естественной детоксикации при поступлении данных отравляющих веществ в организм человека и лабораторных животных свидетельствуют о протекторной роли механизмов управления барьерными образованиями, процессами биотрансформации, иммунной, антиоксидантной системами. Снижение активности ферментов биотрансформации, нарушение других защитных функций обусловлены как токсическими свойствами фосфорорганических отравляющих веществ, так и индивидуальной генетической восприимчивостью организма к их воздействию.

Для оценки влияния фосфорорганических отравляющих веществ на состояние здоро-

вья людей, подвергающихся их воздействию, наряду с использованием тривиальных критериев токсичности и нарушения детоксикации (снижение активности первичных и вторичных мишеней, изменение показателей антиоксидантной и иммунной защиты и др.), необходимо применение недавно обоснованных маркеров (аддукты альбумина с фосфорорганическими отравляющими веществами, цитокины, хемокин эотаксина, семафорин-3В и т. д.). Также важен поиск новых показателей, характеризующих индивидуальную предрасположенность (резистентность) к развитию токсических эффектов. В первую очередь, это неблагоприятные и протекторные генотипы, обуславливающие детоксикационную активность организма. Целесообразна разработка классификации, отражающей степень нарушения патогенетически значимых показателей защитных механизмов, с использованием методологии анализа риска (абсолютный, относительный риски, отношение шансов и т. д.).

### Литература

1. Абдувахобов А.А., Михайлов С.С. Антиферментное действие и детоксикация фосфорорганических ингибиторов холинэстераз. Ташкент : Медицина, 1989. 184 с.
2. Александров В.Н., Емельянов В.И. Отравляющие вещества. Изд. 2-е, перераб. и доп. М. : Воен. изд., 1990. 271 с.
3. Бодиенкова Г.М., Титова Ж.В. Роль полиморфизма и экспрессии отдельных генов цитокинов в формировании патологии (обзор) // Биол. науки. 2015. № 1. С. 616–620.
4. Генетический паспорт – основа индивидуальной и предикативной медицины / под ред. В.С. Баранова. СПб. : Изд-во Н-Л, 2009. 528 с.
5. Гончаров Н.В., Белинская Д.А., Разыграев А.В., Уколов А.И. О ферментативной активности альбумина // Биоорганич. химия. 2015. Т. 41, № 2. С. 131–144.
6. Гончаров Н.В., Миндукшев И.В., Радилев А.С. [и др.]. Влияние малых доз VX на тромбоцитарное звено гемостаза крыс в хроническом эксперименте // Медицинские аспекты радиационной и химической безопасности : материалы рос. науч. конф. СПб. : Воен.-мед. акад., 2001. С. 281–283.
7. Горшенин А.В., Терновой А.П., Устинович Л.П. Использование иммунологических показателей для ранней диагностики токсического действия химических соединений // Химическая безопасность России : медицинские и эколого-гигиенические аспекты : тез. докл. науч. конф. Волгоград, 2011. С. 86–89.
8. Дворчик Т.Я. Прогнозирование риска низкодозовых воздействий на персонал производств фосфорорганических веществ : автореф. дис. ... канд. мед. наук. Волгоград, 2006. 22 с.

9. Дубровский Я.А., Мурашко Е.А., Подольская Е.П. [и др.]. Оптимизация условий проведения металл-аффинной хроматографии для выделения фосфонилированных пептидов // Науч. приборостроение. 2013. Т. 23, № 3. С. 13–19.
10. Ефременко Е.Н., Варфоломеев С.Д. Ферменты деструкции фосфорорганических нейротоксинов // Успехи биол. химии. 2004. Т. 44. С. 307–340.
11. Забродский П.Ф., Мандыч В.Г. Иммунотоксикология ксенобиотиков. Саратов : СВИБХБ, 2007. 420 с.
12. Колесникова Л.И., Баирова Т.А., Первушина О.А. Гены ферментов антиоксидантной системы // Вестн. РАМН. 2013. № 12. С. 83–88.
13. Колпакова Е.Ю. Клеточные реакции у лиц, перенесших острые отравления заринном и зоманом // Медико-гигиенические аспекты обеспечения работ с особо опасными химическими веществами : тр. науч.-практ. конф. СПб., 2002. С. 408.
14. Кондрашов В.А. Значение кожного пути поступления химических веществ в организм и профилактика перкутанных отравлений / под ред. В.Р. Рембовского. СПб. : ЭЛБИ-СПб, 2014. 288 с.
15. Курдюков И.Д., Шмурак В.И., Надев А.Д. [и др.]. Эстеразный статус организма при воздействии токсических веществ и фармпрепаратов // Токсикол. вестн. 2012. № 6. С. 6–13.
16. Куценко С.А. Основы токсикологии. СПб. : Фолиант, 2004. 720 с.
17. Лебедев В.В. Супероксидная теория патогенеза и терапии иммунных расстройств // Вестн. РАМН. 2004. № 2. С. 34–40.
18. Массон П., Рошу Д. Каталитические «биологические» против токсических эфиров, альтернативный подход для профилактики и лечения отравлений // Acta Naturae. 2009. Т. 1, № 1. С. 68–78.
19. Могиленкова Л.А., Криницын Н.В., Филиппова Ю.В., Киселев Д.Б. Оценка риска здоровью персонала химически опасных производств // Теоретич. и прикладная экология. 2011. № 4. С. 73–76.
20. Москалёв А.А. К вопросу о генетической обусловленности процессов старения // Успехи геронтологии. 2008. Т. 21, № 3. С. 463–469.
21. Нагорный С.В. Научно-практические исследования и работы с целью обеспечения санитарно-эпидемиологической безопасности объектов уничтожения химического оружия // Токсикология, гигиена, профпатология при работе с опасными химическими веществами : информ. сб. № 5. СПб., 2010. С. 9–30.
22. Пардо Пералес Г.Д., Войтович А.Н., Богданова М.А. [и др.]. Полиморфизм L55M и Q192R в гене параоксоназы 1 у больных ишемической болезнью сердца разного пола и возраста // Артериальная гипертензия. 2009. № 1. С. 97–102.
23. Петленко С.В., Богданова Е.Г. Структурно-функциональное состояние клеточного иммунитета у персонала объектов хранения химического оружия // Токсикология, гигиена, профпатология при работе с опасными химическими веществами : информ. сб. № 5. СПб., 2010. С. 62–78.
24. Плотникова О.М., Лунева С.Н., Корепин А.М. [и др.]. Биологическая активность алкилфосфонатов : влияние метилфосфоновой кислоты на гомеостаз, методы исследования. Курган : Изд-во Курган. гос. ун-та, 2011. 120 с.
25. Плотникова С.Д., Недоборский К.В. Определение принадлежности к группе риска на этапе отбора лиц для работы с фосфорорганическими отравляющими веществами // Medline.ru. 2011. Т. 11. С. 449–457.
26. Прокофьева Д.С., Криворотова Н.В., Гончаров Н.В. Обнаружение нового аддукта RVX с белками плазмы крови методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с tandemным масс-селективным детектированием в режиме высокого разрешения // Токсикол. вестн. 2014. № 2. С. 32–38.
27. Прохоренко О.А., Янно Л.В., Холодова Е.Д., Татарина О.М. Оценка иммунного статуса у лиц, работавших на особо опасных химических производствах в непосредственном контакте с фосфорорганическими отравляющими веществами (ФОВ) и компонентами ракетного топлива (КРТ) // Актуальные проблемы химической безопасности в Российской Федерации : сб. тр. всерос. науч.-практ. конф. СПб., 2007. С. 342–344.
28. Рембовский В.Р., Могиленкова Л.А., Олейникова Е.В. Анализ риска в системе мониторинга воздействия химического фактора. СПб. : ЭЛБИ-СПб, 2014. 304 с.
29. Рембовский В.Р., Радилов А.С., Нагорный С.В. [и др.] Медико-гигиеническое обеспечение объектов по уничтожению химического оружия на современном этапе // Токсикол. вестн. 2010. № 3. С. 26–30.
30. Рудакова Е.В. О-фосфорилированные этилтрифторлактаты и гексафторизопропанола как ингибиторы сериновых эстераз in vitro и in vivo : автореф. дис. ... канд. хим. наук. Черноголовка, 2014. 24 с.
31. Руководство по токсикологии боевых отравляющих веществ / под ред. С.Н. Голикова. М. : Медицина, 1972. 471 с.
32. Санитарно-эпидемиологическое обеспечение химической безопасности производственной и окружающей среды : руководство / под ред. М.Ф. Киселева, В.Р. Рембовского, В.В. Романова. М. : Комментарий, 2012. 476 с.
33. Филиппов В.Л., Филиппова Ю.В. Ранняя диагностика нервно-психических расстройств у работающих с отравляющими веществами (ОВ) и компонентами ракетных топлив – основа профилактики профзаболеваний // Медицинские последствия экстремальных воздействий на организм : материалы всерос. науч.-практ. конф. СПб., 2000. С. 305–306.
34. Экстремальная токсикология : учебник / под ред. Г.А. Софронова, М.В. Александрова. СПб. : ЭЛБИ-СПб, 2012. 256 с.
35. Янно Л.В., Прохоренко О.А., Холодова Е.Д., Татарина О.М. Оценка состояния иммунной системы у лиц, работающих на объекте по уничтожению химического оружия «Марадыковский» // Токсикология, гигиена, профпатология при работе с опасными химическими веществами : информ. сб. № 4. СПб., 2010. С. 46–52.

36. Янно Л. В., Федорченко А. Н., Конева Т. А. Итоги многолетних исследований профессиональной патологии в условиях получения фосфорорганических отравляющих веществ // Медико-гигиенические аспекты обеспечения работ с особо опасными химическими веществами : тр. науч.-практ. конф. СПб., 2002. С. 392–398.
37. Bayes-Genis A., Conover C. A., Overgaard M. T. [et al.]. Pregnancy-associated Plasma Protein A as a Marker of Acute Coronary Syndromes // *N. Engl. J. Med.* 2001. Vol. 345. P. 1022–1029.
38. Chen H., He Z., Bagri A., Tessier-Lavigne M. Semaphorin-neuropilin interactions underlying sympathetic axon responses to class 3 semaphorins // *Neuron.* 1998. Vol. 21. P. 1283–1290.
39. Chen Q., Reis S., Kammerer C. [et al.]. Association between the severity of angiographic coronary artery disease and paraoxonase gene polymorphisms in the National Heart, Lung and Blood Institute-sponsored Women's Ischemia Syndrome Evaluation (WISE) study // *Am. J. Hum. Genet.* 2003. Vol. 72, N 1. P. 13–22.
40. Damodaran T. V., Greenfield S. T., Patel A. G. [et al.]. Toxicogenomic studies of the rat brain at an early time point following acute sarin exposure // *Neurochem. Res.* 2006. Vol. 31, N 3. P. 367–381.
41. Duysen E. G., Li B., Xie W. [et al.]. Evidence for nonacetylcholinesterase targets of organophosphorus nerve agent : supersensitivity of acetylcholinesterase knockout mouse to VX lethality // *J. Pharmacol. Exp. Ther.* 2001. Vol. 299, N 2. P. 528–535.
42. Handbook of Toxicology of Chemical Warfare Agents / Eds. Ramesh C. Gupta. San Diego : Academic Press Elsevier, 2009. 1147 p.
43. Icking A., Matt S., Opitz N. [et al.]. Nostrin functions as a homotrimeric adaptor protein facilitating internalization of eNOS // *J. Cell. Sci.* 2005. Vol. 118, N 1. P. 5059–5069.
44. Maxwell D. M., Lenz D. E., Groff W. A. [et al.]. The effects of blood flow and detoxification on in vivo cholinesterase inhibition by soman in rats // *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 1987. Vol. 88, N 1. P. 66–76.
45. Ray D. E. Organophosphorus esters: An evaluation of chronic neurotoxic effects. Leicester, 1998. 62 p.
46. Ray D. E., Richards P. G. The potential for toxic effects of chronic, low-dose exposure to organophosphates // *Toxicol. Lett.* 2001. Vol. 120, N 1/3. P. 343–351.
47. Voetsch B., Benke K. S., Damasceno B. P. [et al.]. Paraoxonase 192 Gln->Arg polymorphism: an independent risk factor for nonfatal arterial ischemic stroke among young adults // *Stroke.* 2002. Vol. 33, N 6. P. 1459–1464.
48. Wang M., Lang X., Zou L. [et al.]. Four genetic polymorphisms of paraoxonase gene and risk of coronary heart disease : a meta-analysis based on 88 case-control studies // *Atherosclerosis.* 2011. Vol. 214, N 2. P. 377–385.

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

Поступила 07.04.2016

**Для цитирования.** Рембовский В. Р., Могилenkova Л. А. Генетико-биохимические показатели естественной детоксикации в оценке риска воздействия фосфорорганических отравляющих веществ // *Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях.* 2016. № 2. С. 90–103.

## Genetic and Biochemical Characteristics of Natural Detoxification in Risk Assessment of Organophosphorus Toxic Chemicals

Rembovskiy V. R., Mogilenkova L. A.

Research Institute of Hygiene, Occupational Pathology and Human Ecology, Federal Medical Biological Agency  
(Kapitolovo Station, Build. 93, Kuz'molovsky, Vsevolozhsk District, Leningrad Region, 188663, Russia)

Vladimir Romanovich Rembovskiy – Dr. Med. Sci. Prof., Honored Scientist of the Russian Federation, State Prize Winner, Director of the Institute; e-mail: gpech@fmbamail.ru;

Lyubov Abramovna Mogilenkova – Dr. Med. Sci., Leading Researcher, Research Management Department; e-mail: gpech@fmbamail.ru.

**Abstract.** Modern view of the role of the multilevel detoxification system (biotransformation enzymes, antioxidant and immune systems etc.) in health assessment of people working in contact with organophosphorus toxic chemicals (OPT) is presented. Genetic polymorphism is shown to adjust mechanisms protecting from disorders due to chemical exposure. Along with the known markers of acute exposure to OPT (acetyl and butyryl cholinesterases), health risk factors include the neurotoxic esterase, albumin adducts of OPTs, paraoxonase 1, cytokine profile, components of the antioxidant system, eotaxin chemokine, semaphorin 3B protein etc., i. e. parameters that relate to the status of protective systems of an organism.

**Keywords:** toxicology, risk, organophosphorus toxic chemical, detoxification, genetics, biochemistry, genetic biochemical parameter.

### References

1. Abdvakhabov A. A., Mikhailov S. S. Antifermentnoe deistvie i detoksikatsiya fosfororganicheskikh ingibitorov kholinesteraz [Antienzyme Activity and Detoxification of Organophosphorus Acetylcholine Esterase Inhibitors]. Tashkent. 1989. 184 p. (In Russ.)
2. Aleksandrov V. N., Emel'yanov V. I. Otravlyayushchie veshchestva [Toxic Substances]. Moskva 1990. 271 p. (In Russ.)

3. Bodienkova G. M., Titova Zh. V. Rol' polimorfizma i ekspressii otdel'nykh genov tsitokinov v formirovaniy patologii [Role of Polymorphism and Expression of Selected Cytokine Genes in Pathogenesis]. *Biologicheskie nauki* [Biological Sciences]. 2015. N 1. Pp. 616–620. (In Russ.)
4. Geneticheskii pasport – osnova individual'noi i predikativnoi meditsiny [Genetic Passport – A Basis of Personal and Predictive Medicine]. Ed. V. S. Baranov. Sankt-Peterburg. 2009. 528 p. (In Russ.)
5. Goncharov N. V., Belinskaya D. A., Razygraev A. V., Ukolov A. I. O fermentativnoi aktivnosti al'bmina [On the Enzymatic Activity of Albumin]. *Bioorganicheskaya khimiya* [Bioorganic Chemistry]. 2015. Vol. 41, N 2. Pp. 131–144. (In Russ.)
6. Goncharov N. V., Mindukshev I. V., Radilov A. S. [et al.] Vliyaniye malykh doz VKh na trombotsitarnoe zveno gemostaza krysa v khronicheskom eksperimente [Effect of Low-Dose Exposure to VX on the Thrombotic Hemostasis in Rats in a Chronic Experiment]. *Meditsinskie aspekty radiatsionnoi i khimicheskoi bezopasnosti* [Medical Aspects of Radiation and Chemical Safety]: Scientific. Conf. Proceedings. Sankt-Peterburg. 2001. Pp. 281–283. (In Russ.)
7. Gorshenin A. V., Ternovoi A. P., Ustinovich L. P. Ispol'zovanie immunologicheskikh pokazatelei dlya rannei diagnostiki toksicheskogo deystviya khimicheskikh soedinenii [Use of Immunological Parameters in Early Diagnosis of Chemical Intoxication]. *Khimicheskaya bezopasnost' Rossii: meditsinskie i ekologo-gigienicheskie aspekty* [Chemical Safety in Russia: Medical and Environmental Hygienic Aspects]: Scientific. Conf. Proceedings. Volgograd. 2011. Pp. 86–89. (In Russ.)
8. Dvorchik T. Ya. Prognozirovaniye riska nizkodozovykh vozdeystviy na personal proizvodstv fosfororganicheskikh veshchestv [Prediction of Risk of Low-Dose Exposures of the Personnel of Production Facilities for Organophosphorus Compounds]: Abstract dissertation PhD Med. Sci. Volgograd. 2006. 22 p. (In Russ.)
9. Dubrovskii Ya. A., Murashko E. A., Podol'skaya E. P. [et al.]. Optimizatsiya uslovii provedeniya metall-affinnoi khromatografii dlya vydeleniya fosfonilirovannykh peptidov [Optimization of Conditions of Metal Affine Chromatography for Isolation of Phosphonylated Peptides]. *Nauchnoe priboroostroenie* [Scientific Instrument Making]. 2013. Vol. 23, N 3. Pp. 13–19. (In Russ.)
10. Efremenko E. N., Varfolomeev S. D. Fermenty destruktivnykh fosfororganicheskikh neirotoksinov [Enzymes Destroying Organophosphorus Nerve Agents]. *Uspekhi biologicheskoi khimii* [Advances in Biological Chemistry]. 2004. T. 44. Pp. 307–340. (In Russ.)
11. Zabrodskii P. F., Mandych V. G. Immunotoksikologiya ksenobiotikov [Immune Toxicology of Xenobiotics]. Saratov. 2007. 420 p. (In Russ.)
12. Kolesnikova L. I., Bairova T. A., Pervushina O. A. Geny fermentov antioksidantnoi sistemy [Genes of Antioxidant Enzymes]. *Vestnik Rossiiskoi voenno-meditsinskoi akademii* [Bulletin of Russian Military Medical Academy]. 2013. N 12. Pp. 83–88. (In Russ.)
13. Kolpakova E. Yu. Kletochnye reaksii u lits, perenesshikh ostrye otravleniya zarinom i zomanom [Cell Response in People After Acute Intoxication with Sarin and Soman]. *Mediko-gigienicheskie aspekty obespecheniya rabot s osobo opasnymi khimicheskimi veshchestvami* [Medical Hygienic Aspects of the Provision of Safe Working with Highly Toxic Chemical Substances]: Scientific. Conf. Proceedings. Sankt-Peterburg. 2002. P. 408. (In Russ.)
14. Kondrashov V. A. Znachenie kozhnogo puti postupleniya khimicheskikh veshchestv v organizm i profilaktika perkutannykh otravlenii [Significance of Dermal Exposure to Chemical Substances and Prevention of Percutaneous Intoxications]. Ed. V. R. Rembovskii. Sankt-Peterburg. 2014. 288 p. (In Russ.)
15. Kurdyukov I. D., Shmurak V. I., Nadev A. D. [et al.]. Esteraznyi status organizma pri vozdeystvii toksicheskikh veshchestv i farmpreparatov [Esterase Status of an Organism on Exposure to Toxic Chemicals and Pharmaceuticals]. *Toksikologicheskii vestnik* [Toxicology Bulletin]. 2012. N 6. Pp. 6–13. (In Russ.)
16. Kutsenko S. A. Osnovy toksikologii [Fundamentals of Toxicology]. Sankt-Peterburg. 2004. 720 p. (In Russ.)
17. Lebedev V. V. Superoksidnaya teoriya patogeneza i terapii immunnykh rasstroistv [Superoxide Theory of Pathogenesis and Therapy of Immune Disorders]. *Vestnik Rossiiskoi Akademii Meditsinskikh Nauk* [Annals of the Russian Academy of Medical Sciences]. 2004. N 2. Pp. 34–40. (In Russ.)
18. Masson P., Roshu D. Kataliticheskie «biolovushki» protiv toksicheskikh efirov, al'ternativnyi podkhod dlya profilaktiki i lecheniya otravlenii [Catalytic Bioscavengers Against Toxic Esters, an Alternative Approach for Prophylaxis and Treatments of Poisonings]. *Acta Naturae*. 2009. Vol. 1, N 1. Pp. 68–78. (In Russ.)
19. Mogilenkova L. A., Krinitsyn N. V., Filippova Yu. V., Kiselev D. B. Otsenka riska zdorov'yu personala khimicheskikh opasnykh proizvodstv [Assessment of Health Risks to the Personnel of Chemically Hazardous Enterprises]. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya* [Theoretical and Applied Ecology]. 2011. N 4. Pp. 73–76. (In Russ.)
20. Moskalev A. A. K voprosu o geneticheskoi obuslovlennosti protsessov stareniya [Theoretical and Applied Ecology]. *Uspekhi gerontologii* [Advances in Gerontology]. 2008. Vol. 21, N 3. Pp. 463–469. (In Russ.)
21. Nagornyi S. V. Nauchno-prakticheskie issledovaniya i raboty s tsel'yu obespecheniya sanitarno-epidemiologicheskoi bezopasnosti ob»ektov unichtozheniya khimicheskogo oruzhiya [Scientific and Practical Research and Activity in the Provision of Epidemiological Safety of Chemical Weapons Destruction Facilities]. *Toksikologiya, gigiena, profpatologiya pri rabote s opasnymi khimicheskimi veshchestvami* [Toxicology, Hygiene and Occupational Pathology of Operation with Hazardous Chemical Substances]: Information Collection N5. Sankt-Peterburg. 2010. Pp. 9–30. (In Russ.)
22. Pardo Perales G. D., Voitovich A. N., Bogdanova M. A. [et al.]. Polimorfizm L55M i Q192R v gene paraoksonazy 1 u bol'nykh ishemicheskoi bolezn'yu serdtsa raznogo pola i vozrasta [L55M and Q192R polymorphism in the paraoxonase 1 gene in patients of different sex and age with coronary artery disease]. *Arterial'naya gipertenziya* [Arterial Hypertension]. 2009. N 1. Pp. 97–102. (In Russ.)
23. Petlenko S. V., Bogdanova E. G. Strukturno-funktsional'noe sostoyaniye kletochnogo immuniteta u personala ob»ektov khraneniya khimicheskogo oruzhiya [Structural and Functional Status of Cell Immunity in the Personnel of Chemical Weapons Storage Facilities]. *Toksikologiya, gigiena, profpatologiya pri rabote s opasnymi khimicheskimi veshchestvami* [Toxicology, Hygiene and Occupational Pathology of Operation with Hazardous Chemical Substances]: Information Collection N5. Sankt-Peterburg. 2010. Pp. 62–78. (In Russ.)
24. Plotnikova O. M., Luneva S. N., Korepin A. M. [et al.]. Biologicheskaya aktivnost' alkilfosfonatov: vliyaniye metilfosfonovoi kisloty na gomeostaz, metody issledovaniya [Biological Activity of Alkyl phosphonates: Effect of Methylphosphonic Acid on Hemostasis. Methods of Study]. Kurgan. 2011. 120 p. (In Russ.)
25. Plotnikova S. D., Nedoborskii K. V. Opredeleniye prinadlezhnosti k gruppe riska na etape otbora lits dlya raboty s fosfororganicheskimi otravlyayushchimi veshchestvami [Assignment to Risk Groups at the Stage of Selection of People for Work with Organophosphorus Toxic Chemicals]. *Medline.ru*. 2011. Vol. 11. Pp. 449–457. (In Russ.)
26. Prokof'eva D. S., Krivorotova N. V., Goncharov N. V. Obnaruzheniye novogo addukta RVX s belkami plazmy krovi metodom vysokoefektivnoi zhidkostnoi khromatografii s tandemnym mass-selektivnym detektirovaniem v rezhime vysokogo razresheniya [Detection of a New RVX Adduct with Blood Plasma Proteins by High-Performance Liquid Chromatography with



High-Resolution Tandem Mass Spectral Detection]. *Toksikologicheskii vestnik* [Toxicological review]. 2014. N2. Pp. 32–38. (In Russ.)

27. Prokhorenko O. A., Yanno L. V., Kholodova E. D., Tatarinova O. M. Otsenka immunnogo statusa u lits, rabotavshikh na osobo opasnykh khimicheskikh proizvodstvakh v neposredstvennom kontakte s fosfororganicheskimi otravlyayushchimi veshchestvami (FOV) i komponentami raketnogo topliva (KRT) [Assessment of the Immune Status of People Worked at Highly Hazardous Chemical Facilities in Direct Contact with Organophosphorus Toxic Chemicals and Propellant Components]. *Aktual'nye problemy khimicheskoi bezopasnosti v Rossiiskoi Federatsii* [Actual Problems of Chemical Safety in the Russian Federation]: Scientific. Conf. Proceedings. Sankt-Peterburg. 2007. Pp. 342–344. (In Russ.)

28. Rembovskii V. R., Mogilenkova L. A., Oleinikova E. V. Analiz riska v sisteme monitoringa vozdeistviya khimicheskogo faktora [Risk Analysis in the System of Chemical Hazard Monitoring]. Sankt-Peterburg. 2014. 304 p. (In Russ.)

29. Rembovskii V. R., Radilov A. S., Nagornyi S. V. [et al.] Mediko-gigienicheskoe obespechenie ob'ektov po unichtozheniyu khimicheskogo oruzhiya na sovremennom etape [Medical and Hygienic Support of Chemical Weapons Destruction Facilities at the Present Stage]. *Toksikologicheskii vestnik* [Toxicological review]. 2010. N3. Pp. 26–30. (In Russ.)

30. Rudakova E. V. O-fosforilirovannyye etiltriflorlaktaty i geksafторizopropanoly kak inhibitory serinovykh esteraz in vitro i in vivo [O-Phosphorylated Ethyl Trifluorolactates and Hexafluoroisopropanols as Serine Esterase Inhibitors in vitro and in vivo]: Abstract dissertation PhD Chemistry. Chernogolovka. 2014. 24 p. (In Russ.)

31. Rukovodstvo po toksikologii boevykh otravlyayushchikh veshchestv [Guidance on the Toxicology of Chemical Warfare Agents]. Ed. S. N. Golikov. Moskva. 1972. 471 p. (In Russ.)

32. Sanitarno-epidemiologicheskoe obespechenie khimicheskoi bezopasnosti proizvodstvennoi i okruzhayushchei sredy [Sanitary Epidemiological Support for Chemical Safety of Working Place and the Environment]. Eds.: M. F. Kiselev, V. R. Rembovskii, V. V. Romanov. Moskva. 2012. 476 p. (In Russ.)

33. Filippov V. L., Filippova Yu. V. Rannaya diagnostika nervno-psikhicheskikh rasstroystv u rabotayushchikh s otravlyayushchimi veshchestvami (OV) i komponentami raketnykh topliv – osnova profilaktiki profzabolevaniy [Early Diagnosis of Nervous and Mental Disorders in People working with Toxic Chemicals and Propellant Components]. *Meditsinskie posledstviya ekstremal'nykh vozdeistviy na organizm* [Medical Consequences of Extreme Exposures of the Human Body]: Scientific. Conf. Proceedings. Sankt-Peterburg. 2000. Pp. 305–306. (In Russ.)

34. Ekstremal'naya toksikologiya [Extreme Toxicology]. Eds.: G. A. Sofronov, M. V. Aleksandrov. Sankt-Peterburg. 2012. 256 p. (In Russ.)

35. Yanno L. V., Prokhorenko O. A., Kholodova E. D., Tatarinova O. M. Otsenka sostoyaniya immunnnoi sistemy u lits, rabotayushchikh na ob'ekte po unichtozheniyu khimicheskogo oruzhiya «Maradykovskii» [Assessment of the Immune Status of the Personnel of the Maradykovsky Chemical Weapons Destruction Facility]. *Toksikologiya, gigiena, profpatologiya pri rabote s opasnymi khimicheskimi veshchestvami* [Toxicology, Hygiene and Occupational Pathology of Operation with Hazardous Chemical Substances]: Information Collection N4. Sankt-Peterburg. 2010. Pp. 46–52. (In Russ.)

36. Yanno L. V., Fedorchenko A. N., Koneva T. A. Itogi mnogoletnikh issledovaniy professional'noi patologii v usloviyakh polucheniya fosfororganicheskikh otravlyayushchikh veshchestv [Final Results of Research into the Occupational Health of Workers Employed at the Production of Organophosphorus Warfare Agents]. *Mediko-gigienicheskie aspekty obespecheniya rabot s osobo opasnymi khimicheskimi veshchestvami* [Medical Hygienic Aspects of the Provision of Safe Working with Highly Toxic Chemical Substances]: Scientific. Conf. Proceedings. Sankt-Peterburg. 2002. Pp. 392–398. (In Russ.)

37. Bayes-Genis A., Conover C. A., Overgaard M. T. [et al.]. Pregnancy-associated Plasma Protein A as a Marker of Acute Coronary Syndromes. *N. Engl. J. Med.* 2001. Vol. 345. Pp. 1022–1029.

38. Chen H., He Z., Bagri A., Tessier-Lavigne M. Semaphorin-neuropilin interactions underlying sympathetic axon responses to class 3 semaphorins. *Neuron*. 1998. Vol. 21. Pp. 1283–1290.

39. Chen Q., Reis S., Kammerer C. [et al.]. Association between the severity of angiographic coronary artery disease and paraoxonase gene polymorphisms in the National Heart, Lung and Blood Institute-sponsored Women's Ischemia Syndrome Evaluation (WISE) study. *Am J. Hum. Genet.* 2003. Vol. 72, N 1. Pp. 13–22.

40. Damodaran T. V., Greenfield S. T., Patel A. G. [et al.]. Toxicogenomic studies of the rat brain at an early time point following acute sarin exposure. *Neurochem. Res.* 2006. Vol. 31, N3. P. 367–381.

41. Duysen E. G., Li B., Xie W. [et al.]. Evidence for nonacetylcholinesterase targets of organophosphorus nerve agent: supersensitivity of acetylcholinesterase knockout mouse to VX lethality. *J. Pharmacol. Exp. Ther.* 2001. Vol. 299, N2. Pp. 528–535.

42. Handbook of Toxicology of Chemical Warfare Agents. Eds.: Ramesh C. Gupta. San Diego: Academic Press Elsevier. 2009. 1147 p.

43. Icking A., Matt S., Opitz N. [et al.]. Nostrin functions as a homotrimeric adaptor protein facilitating internalization of eNOS. *J. Cell. Sci.* 2005. Vol. 118, N1. Pp. 5059–5069.

44. Maxwell D. M., Lenz D. E., Groff W. A. [et al.]. The effects of blood flow and detoxification on in vivo cholinesterase inhibition by soman in rats. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 1987. Vol. 88, N 1. Pp. 66–76.

45. Ray D. E. Organophosphorus esters: An evaluation of chronic neurotoxic effects. Leicester. 1998. 62 p.

46. Ray D. E., Richards P. G. The potential for toxic effects of chronic, low-dose exposure to organophosphates. *Toxicol. Lett.* 2001. Vol. 120, N 1/3. Pp. 343–351.

47. Voetsch B., Benke K. S., Damasceno B. P. [et al.]. Paraoxonase 192 Gln->Arg polymorphism: an independent risk factor for nonfatal arterial ischemic stroke among young adults. *Stroke*. 2002. Vol. 33, N6. Pp. 1459–1464.

48. Wang M., Lang X., Zou L. [et al.]. Four genetic polymorphisms of paraoxonase gene and risk of coronary heart disease: a meta-analysis based on 88 case-control studies. *Atherosclerosis*. 2011. Vol. 214, N2. Pp. 377–385.

Received 07.04.2016

**For citing.** Rembovskiy V.R., Mogilenkova L.A. Genetiko-biokhimicheskie pokazateli estestvennoi detoksikatsii v otsenke riska vozdeistviya fosfororganicheskikh otravlyayushchikh veshchestv. *Med.-biol. i sots.-psikhol. probl. bezopasnosti v chrezv. situatsiyakh*. 2016. N 2. Pp. 90–103. (In Russ.)

Rembovskiy V.R., Mogilenkova L.A. Genetic and biochemical characteristics of natural detoxification in risk assessment of organophosphorus toxic chemicals. *Medical-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2016. N 2. Pp. 90–103.

## ВЛИЯНИЕ ПСИХОГЕННО ОБУСЛОВЛЕННЫХ НАРУШЕНИЙ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ НА ФОРМИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА У СПАСАТЕЛЕЙ МЧС РОССИИ

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

Рассматривается проблема выявления пусковых механизмов психосоматических нарушений гастроэнтерологического профиля у спасателей МЧС России. Изучен весовой вклад вегетативного статуса в формирование психосоматической патологии гастроэнтерологического профиля у 60 спасателей МЧС России и 59 гражданских лиц. Проведена сравнительная характеристика показателей динамической ультразвуковой холецистографии у пациентов с заболеваниями желудочно-кишечного тракта и практически здоровых лиц. Выявлена взаимосвязь вегетативного статуса и нарушений регуляции билиарного тракта. Определены ключевые звенья патогенеза в формировании гастроэнтерологической патологии у спасателей МЧС России.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, спасатель, вариабельность сердечного ритма, психосоматическое расстройство, вегетативный статус, заболевание желудочно-кишечного тракта, профессиональная адаптация.

### Введение

Профессиональная деятельность специалистов, выполняющих спасательные операции при ликвидации последствий крупномасштабных аварий и катастроф, сопряжена с опасностью для жизни и по праву относится к экстремальным видам деятельности, что обуславливает повышенные требования к уровню их профессиональной подготовки и состоянию здоровья [6].

В системе МЧС России деятельность представителей многих профессиональных групп, к которым относятся пожарные, сотрудники военизированных горноспасательных частей и др., реализуется в экстремальных условиях, но военнослужащих спасательных воинских формирований целесообразно выделить в особую группу [1].

Отравляющие химические вещества, радиация, высокая и низкая температура окружающей среды, замкнутое пространство – далеко не полный перечень опасных и непредсказуемых факторов, связанных с угрозой для жизни и здоровья, которым подвергаются спасатели при выполнении задач по предназначению. Также существенную роль играют психологические воздействия со стороны пострадавших – паника, вид искалеченных

тяжелопострадавших людей, трупов. Напряжение нервных процессов, возникающее при выполнении задач в экстремальных ситуациях, приводит к изменениям в организме, которые находятся на грани переносимости и могут вызвать дезадаптационные расстройства, предболезнь и даже болезнь [5, 6].

Наиболее чувствительной к стрессогенным влияниям является вегетативная нервная система. Несмотря на то, что влияние эмоционального стресса на регуляцию вегетативной нервной системы изучается уже давно, остаются малоизученными ключевые звенья патогенеза таких психогенно обусловленных расстройств, как заболевания билиарного тракта и неязвенная диспепсия [7].

### Материал и методы

Для выполнения поставленных задач обследовали 61 пациента (1-я и 2-я группа) с заболеваниями желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) и 58 практически здоровых лиц (3-я и 4-я группа одной возрастной категории) (табл. 1). Лица 3-й и 4-й группы были приглашены в качестве контроля. У всех обследованных получено добровольное согласие, дизайн обследования одобрен этическим комитетом Всероссийского центра экстренной

Алексанин Сергей Сергеевич – д-р мед. наук проф., директор Всерос. центра экстрен. и радиац. медицины им. А. М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2), засл. врач России; e-mail: medicine@arcerm.spb.ru;

Бацков Сергей Сергеевич – д-р мед. наук проф., зав. клинич. отд. гастроэнтерологии и гепатологии Всерос. центра экстрен. и радиац. медицины им. А. М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2), засл. врач России, гл. гастроэнтеролог МЧС России; e-mail: bs\_hep@mail.ru;

Муллина Екатерина Вячеславовна – аспирант Всерос. центра экстрен. и радиац. медицины им. А. М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2); e-mail: katenka79@mail.ru.

**Таблица 1**

Распределение обследуемых лиц по группам

Характеристика группы	Группа	Количество	Возраст, лет
Спасатели с заболеваниями ЖКТ	1-я	31	41,6 ± 2,7
Гражданские лица с заболеваниями ЖКТ	2-я	30	43,6 ± 4,2
Практически здоровые спасатели	3-я	29	38,5 ± 3,4
Практически здоровые гражданские лица	4-я	29	37,4 ± 4,3

и радиационной медицины им. А. М. Никифорова МЧС России.

У пациентов 1-й и 2-й группы были диагностированы дискинезия желчного пузыря и сфинктера Одди (K82.8, K83.4 по МКБ-10), неязвенная диспепсия (K30 по МКБ-10), варианты синдрома раздраженной кишки (K58 по МКБ-10).

Критериями исключения являлись грубая органическая патология, органическое поражение ЦНС и психические заболевания.

Функциональное состояние кровообращения и дыхания исследовали при помощи показателей:

- частоты сердечных сокращений (ЧСС), уд./мин;
- систолического артериального давления (САД), мм рт. ст.;
- диастолического артериального давления (ДАД), мм рт. ст.;
- вегетативного индекса Кердо (ВИК), усл. ед.;
- индекса Богомазова, усл. ед.;
- проб Штанге (время задержки дыхания на вдохе) и Генча (время задержки дыхания на выдохе), с.

Состояние систем вегетативной регуляции оценивали по показателям статистического, автокорреляционного и спектрального анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР). Для этого использовали кардиоритмографическое исследование с помощью аппаратно-программного комплекса «Мицар-РЭО». Регистрацию ритмограмм осуществляли по стандартной методике в состоянии покоя. Анализировали следующие показатели:

- среднее квадратическое отклонение величин NN-интервалов анализируемой записи (SDNN), мс;
- мощность в диапазоне высоких частот (0,15–0,4 Гц) волны длительностью 2,5–6,5 с (High Frequency, HF), мс<sup>2</sup>;
- мощность в диапазоне низких частот (0,04–0,15 Гц) волны длительностью 6,5–25 с (Low Frequency, LF), мс<sup>2</sup>;

– отношение значений низкочастотного и высокочастотного компонента вариабельности сердечного ритма (LF/HF) – соотношение уровней активности центрального и автономного контуров регуляции;

– мощность в диапазоне очень низких частот ( $\leq 0,04$  Гц) волны длительностью более 25 с (Very Low Frequency, VLF), мс<sup>2</sup>;

– количество кардиоинтервалов, соответствующих диапазону моды (амплитуда моды, АМо), %;

– индекс напряжения регуляторных систем (ИН), характеризует активность механизмов симпатической регуляции, состояние центрального контура регуляции, усл. ед.;

– значение первого коэффициента автокорреляционной функции (С1) – степень активности автономного контура регуляции.

Функциональное состояние желчного пузыря оценивали методом динамической ультразвуковой холецистографии. Для этого натощак всем пациентам проводили обзорное сканирование желчного пузыря на аппарате «PHILIPS iU 22» конвексным датчиком 3,5 МГц. Измеряли исходные размеры (максимальное продольное и поперечное сечение акустической тени желчного пузыря), затем высчитывали объем желчного пузыря по формуле Е. З. Поляка:

$$V = \pi d^2 H / 4 \times K,$$

где d – наибольший поперечник тени желчного пузыря;

H – длинник желчного пузыря;

K – поправочный коэффициент 0,62 [2, 4].

После измерения исходного объема желчного пузыря натощак обследуемый принимал стандартный желчегонный завтрак, включавший в себя 2 яичных желтка (50 мл), с последующим измерением d и H желчного пузыря каждые 10–15 мин до максимального его сокращения. В качестве ключевого показателя оценки функционального состояния желчного пузыря рассматривали коэффициент опорожнения (%).

Изменения показателей функционального состояния желчного пузыря определяли при сравнении с соответствующими показателями у контрольных групп спасателей и гражданских лиц, а степень выраженности в соответствии с вариантами, представленными в литературе [3], среди которых выделяются выраженные и умеренно выраженные формы. Данные функциональной способности желчевыводящих путей представлены в табл. 2.

**Таблица 2**

Количественные параметры для оценки характера и степени выраженности отклонения основных показателей динамической ультразвуковой холецистографии

Параметр	Снижение функции		Норма	Увеличение функции	
	выраженное	умеренное		умеренное	выраженное
Исходный объем, мл	Меньше 15,0	Меньше 20,0	20–35	36–45	Больше 45
Коэффициент опорожнения, %	Меньше 40	Меньше 50	50–75	76–85	Больше 85
Фаза сокращения, мин	Меньше (равно) 30	Меньше 50	50–80	Больше 80	Больше 90
Фаза наполнения, мин	Меньше 60	Меньше 80	0–120	Больше 120	Больше 150

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакетов программ SPSS 11.5 и Statistica 6.0.

### Результаты и их анализ

Наиболее легким и неинвазивным методом оценки физиологических резервов организма является анализ показателей системы кровообращения и дыхания, а также проведение нагрузочных проб с задержкой дыхания. Показатели функционального состояния системы кровообращения у спасателей и гражданских лиц представлены в табл. 3.

Исследования показали, что ЧСС в 1-й группе спасателей демонстрирует на 19% более высокие показатели, чем во 2-й группе, но при этом не имеет достоверных отличий относительно 3-й группы спасателей. Показатели САД также в 1-й группе спасателей на 11% выше, чем во 2-й группе (см. табл. 3).

По данным ВИК, у спасателей 1-й и 2-й группы выявлена симпатикотония, тогда как у гражданских лиц 2-й и 4-й группы – амфотония.

Время задержки дыхания на вдохе (проба Штанге) в 1-й группе спасателей больше на 14%, интегральный показатель физиологических резервов индекс Богомазова – на 11%, чем во 2-й группе, и меньше примерно на 14% у спасателей 3-й группы. Возможно, это свидетельствует о том, что спасатели относятся к категории высокоотренированных людей, анаэробные возможности и функциональные резервы организма у них больше, чем

в контрольной группе. Анализ показателей системной гемодинамики свидетельствует о большем напряжении физиологических систем кровообращения и дыхания в 1-й группе спасателей с нарушениями регуляции пищеварительного тракта.

Сравнительный анализ исходных показателей вегетативной регуляции в 1-й и 2-й группе с клинически подтвержденными расстройствами ЖКТ демонстрирует выраженные различия в характере вегетативной регуляции сердечного ритма в покое (табл. 4). Показатели сердечного ритма, в целом, соответствуют данным вегетативного индекса Кердо, полученным с помощью расчетных методик.

Показатели напряжения функциональных резервов организма (ИН) и соотношения медленных и быстрых волн (LF/HF) свидетельствуют о явном превалировании симпатикотонии у спасателей 1-й группы. Вполне вероятно, что эта особенность может как усугублять течение заболеваний ЖКТ, так и являться их предикторами.

Для верификации нарушений регуляции библиарного тракта проведен анализ динамической ультразвуковой холецистографии (табл. 5). Сравнение полученных показателей функционирования желчевыводящей системы выявило существенное отклонение ряда значений во всех группах. Наиболее отчетливо данные отклонения выявляются в группах спасателей.

Так, в 1-й группе спасателей параметр исходного объема желчевыводящих путей больше на 15%, чем у пациентов 2-й группы

**Таблица 3**

Показатели функционального состояния кровообращения и дыхания в группах (M ± m)

Показатель	Группа				p < 0,05
	1-я	2-я	3-я	4-я	
ЧСС, уд./мин	88,2 ± 2,4	71,5 ± 2,1	86,2 ± 2,5	68,5 ± 1,3	1–2; 1–3; 3–4
САД, мм рт. ст.	138,2 ± 2,8	124,5 ± 1,9	129,4 ± 2,3	119,4 ± 2,5	1–2; 1–3
ДАД, мм рт. ст.	79,3 ± 1,5	72,4 ± 1,4	75,4 ± 1,3	71,5 ± 1,3	1–3
ВИК, усл. ед.	8,3 ± 1,2	2,2 ± 1,3*	6,1 ± 1,2	–1,7 ± 1,5	1–3; 2–4
Индекс Богомазова, усл. ед.	91,2 ± 2,3	79,3 ± 3,6*	102,3 ± 2,5	88,3 ± 3,2	1–2; 1–3; 2–4
Проба Штанге, с	62,3 ± 1,5	52,1 ± 2,3*	72,4 ± 1,6	59,3 ± 2,3	1–2; 1–3; 2–4
Проба Генча, с	38,1 ± 1,7	36,8 ± 1,9	42,5 ± 1,8	38,6 ± 2,2	



Таблица 4

Показатели кардиоинтервалометрии в группах (M ± m)

Показатель	Группа				p < 0,05
	1-я	2-я	3-я	4-я	
SDNN	81,2 ± 6,4	57,4 ± 1,8	67,8 ± 5,4	51,9 ± 2,5	1-2; 1-3; 2-4; 3-4
ЧСС	88,2 ± 2,4	71,5 ± 2,1	86,21 ± 2,46	68,45 ± 1,34	1-2; 1-3; 3-4
AMo	52,26 ± 0,84	35,23 ± 0,59	46,57 ± 0,46	24,21 ± 1,46	1-2; 1-3; 2-4; 3-4
ИН	372,5 ± 6,8	319,6 ± 8,2	341,7 ± 9,5	164,3 ± 4,1	1-2; 1-3; 2-4; 3-4
C1	0,394 ± 0,05	0,184 ± 0,09	0,372 ± 0,11	0,247 ± 0,14	1-2; 1-3; 2-4; 3-4
LF	22,21 ± 0,24	36,28 ± 0,21	26,34 ± 0,51	27,32 ± 0,49	1-2; 1-3; 2-4;
HF	15,84 ± 0,42	31,94 ± 0,28	19,51 ± 0,71	25,24 ± 0,63	1-2; 1-3; 2-4; 3-4
LF/HF	1,42 ± 0,72	1,16 ± 0,19	1,36 ± 0,72	1,08 ± 0,49	1-2; 1-3; 2-4; 3-4

Таблица 5

Показатели динамической ультразвуковой холецистографии в группах (M ± m)

Показатель	Группа				p < 0,05
	1-я	2-я	3-я	4-я	
Исходный объем желчного пузыря (Висх.), мл	33,21 ± 2,44	28,54 ± 1,36	31,41 ± 1,23	27,42 ± 2,19	1-2
Объем выделенной желчи (Vвыд.), мл	16,24 ± 1,36	21,12 ± 3,44	17,89 ± 3,78	19,94 ± 3,18	1-2
Процент выделенной желчи	48,41 ± 2,51	66,19 ± 2,28	54,36 ± 3,34	72,12 ± 4,61	1-2
Объем остаточной желчи (Vост.), мл	16,18 ± 1,84	8,79 ± 1,21	12,42 ± 2,19	8,12 ± 2,16	1-2
Процент остаточной желчи	48,52 ± 2,58	29,14 ± 2,45	38,17 ± 3,52	29,68 ± 3,16	1-2
Время сокращения, мин	71,12 ± 3,36	62,34 ± 2,19	65,45 ± 3,31	58,27 ± 2,48	1-2
Время наполнения, мин	97,32 ± 6,16	89,37 ± 5,19	92,43 ± 5,51	87,24 ± 6,59	
Коэффициент тонуса	1,47 ± 0,32	1,79 ± 0,27	1,58 ± 0,34	1,84 ± 0,21	1-3

(p < 0,05); объем остаточной желчи – на 45% (p < 0,05), в основном за счет снижения тонуса. Также отмечалось увеличение времени сокращения желчевыводящих путей у пациентов 1-й группы по сравнению со 2-й группой (p < 0,05), а коэффициент тонуса у них достоверно ниже – на 20%.

В группах здоровых спасателей и гражданских лиц отмечались такие же тенденции, что, вероятно, может свидетельствовать о значительном вкладе в развитие заболеваний ЖКТ у спасателей присущей им выраженной симпатикотонии.

Таким образом, по данным динамической ультразвуковой холецистографии, у обследованных больных выявлены нарушения моторно-эвакуаторной функции желчевыводящих путей. При этом у спасателей 1-й группы диагностировано преобладание гипомоторной дисфункции желчевыводящих путей.

### Заключение

Изменения вегетативного статуса в сторону симпатикотонии под воздействием многократного сильного эмоционального стресса у спасателей МЧС России приводят к формированию расстройств регуляции билиарного тракта. Гипомоторные нарушения регуляции билиарного тракта вносят значительный весомый вклад в развитие дискинезии желчевы-

водящий путей, а также влияют как на процесс перистальтики кишечника, так и на процесс переваривания пищи, что усугубляет течение синдрома раздраженной кишки.

Таким образом, нарушения вегетативной регуляции вследствие многократно перенесенного эмоционального стресса являются одними из ключевых звеньев патогенеза заболеваний желудочно-кишечного тракта у спасателей МЧС России.

### Литература

1. Евдокимов В.И. Рискометрические показатели чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации в 2004–2013 гг. // Медицина катастроф. 2015. № 1. С. 11–14.
2. Линденбратен Л.Д. Рентгенология печени и желчных путей. М.: Медицина, 1980. 516 с.
3. Пиманов С.И. Измерение объема желчного пузыря при ультразвуковой холецистографии // Здравоохранение Белоруссии. 1987. № 5. С. 12–15.
4. Поляк Е.З. Двигательная функция желчного пузыря у здоровых людей и при некоторых заболеваниях желудка (рентгенологическое наблюдение): автореф. дис. ... канд. мед. наук. Харьков, 1962. 19 с.
5. Пятибрат Е.Д., Апчел В.Я., Цыган В.Н., Гордиенко А.В. Характеристика показателей гомеостаза у военнослужащих, участников локальных конфликтов, при психосоматических нарушениях // Вестн. Рос. воен.-мед. акад. 2011. № 1. С. 107–112.

6. Шойгу Ю. С., Гуренкова Т. Н., Кузнецова Т. Ю. [и др.]. Психология экстремальных ситуаций для спасателей и пожарных / под общ. ред. Ю. С. Шойгу. М.: Смысл, 2007. 319 с.

7. Carroll D., Phillips A. C., Der G. Body mass index, abdominal adiposity, obesity, and cardiovascular reactions to psychological stress in a large community sample // *Psychosom. Med.* 2008. Vol. 70. P. 653–660.

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

Поступила 05.02.2016

**Для цитирования.** Алексанин С.С., Батцов С.С., Муллина Е.В. Влияние психогенно обусловленных нарушений вегетативной регуляции на формирование заболеваний желудочно-кишечного тракта у спасателей МЧС России // *Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях.* 2016. № 2. С. 104–108.

## Effects of psychogenic disorders of autonomic regulation on development of functional diseases of the gastrointestinal tract in emergency workers of EMERCOM of Russia

Aleksanin S.S., Batckov S.S., Mullina E.V.

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

Sergey Sergeevich Aleksanin – Dr. Med. Sci. Prof., Director; e-mail: medicine@arterm.spb.ru;  
Sergei Sergeevich Batckov – Dr. Med. Sci. Prof., Head of Gastroenterology and Hepatology Department; e-mail: medicine@arterm.spb.ru;  
Ekaterina Vyacheslavovna Mullina – PhD Student; e-mail: katenka79@mail.ru.

**Abstract.** Identification of triggers for psychosomatic gastrointestinal disorders in emergency workers of the EMERCOM of Russia is considered. Weight contribution of the vegetative status into the formation of psychosomatic (pre-nosological) gastrointestinal pathology is assessed in 60 emergency workers of EMERCOM of Russia and 59 civilians. Parameters of dynamic ultrasound cholecystography are compared in patients with gastrointestinal diseases and apparently healthy individuals. The interrelation of vegetative status and dysregulations of the biliary tract is revealed. Key links were established in the pathogenesis of gastroenterological pathology in emergency workers of the EMERCOM of Russia.

**Keywords:** emergency situation, emergency worker, heart rate variability, psychosomatic disorder, vegetative status, gastrointestinal disease, professional adaptation.

### References

1. Evdokimov V.I. Riskometricheskie pokazateli chrezvychainykh situatsii v Rossiiskoi Federatsii v 2004–2013 gg. [Emergency Situation Risk Metric Indices for Russian Federation in 2004–2013]. *Meditsina katastrof* [Disaster medicine]. 2015. N 1. Pp. 11–14. (In Russ.)
2. Lindenbraten L.D. Rentgenologiya pecheni i zhelchnykh putei [Radiology of the liver and biliary tract]. Moskva. 1980. 516 p. (In Russ.)
3. Pimanov S.I. Izmerenie ob»ema zhelchnogo puzyrya pri ul'trazvukovoi kholetsistografii [Measurement of gallbladder volume via ultrasound cholecystography]. *Zdravookhranenie Belorussii* [Belarus Healthcare]. 1987. N 5. Pp. 12–15. (In Russ.)
4. Polyak E.Z. Dvigatel'naya funktsiya zhelchnogo puzyrya u zdorovykh lyudei i pri nekotorykh zabolevaniyakh zheludka (rentgenologicheskoe nablyudenie) [Motor function of the gallbladder in healthy people and in certain diseases of the stomach (radiological monitoring)]: Abstract dissertation PhD Med. Sci. Khar'kov, 1962. 19 p. (In Russ.)
5. Pyatibrat E. D., Apchel V. Ya., Tsygan V. N., Gordienko A. V. Kharakteristika pokazatelei gomeostaza u voennosluzhashchikh, uchastnikov lokal'nykh konfliktov, pri psikhosomaticeskikh narusheniyakh [Indicators of homeostasis in the military participants of local conflicts with psychosomatic disorders]. *Vestnik Rossiiskoi voenno-meditsinskoi akademii* [Bulletin of Russian Military medical Academy]. 2011. N 1. Pp. 107–112. (In Russ.)
6. Shoigu Yu. S., Gurenkova T. N., Kuznetsova T. Yu. [et al.]. Psikhologiya ekstremal'nykh situatsii dlya spasatelei i pozharnykh [Psychology of extreme situations for rescuers and firefighters]. Ed. Yu. S. Shoigu. Moskva. 2007. 319 p. (In Russ.)
7. Carroll D., Phillips A. C., Der G. Body mass index, abdominal adiposity, obesity, and cardiovascular reactions to psychological stress in a large community sample. *Psychosom. Med.* 2008. Vol. 70. Pp. 653–660.

Received 05.02.2016.

**For citing.** Aleksanin S.S., Batckov S.S., Mullina E.V. Vliyanie psikhogenno obuslovlennykh narushenii vegetativnoi regulyatsii na formirovanie funktsionalnykh zabolevanii zheludochno-kishechnogo trakta u spasatelei MChS Rossii. *Med.-biol. i sots.-psikhol. probl. bezopasnosti v chrezv. situatsiyakh.* 2016. N 2. Pp. 104–108. (In Russ.)

Aleksanin S.S., Batckov S.S., Mullina E.V. Effects of psychogenic disorders of autonomic regulation on development of functional diseases of the gastrointestinal tract in emergency workers of EMERCOM of Russia. *Medical-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations.* 2016. N 2. Pp. 104–108.

## ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ ДЕСТРУКТИВНОГО СОСТОЯНИЯ ЖЕН ВОЕННОСЛУЖАЩИХ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОЙ СТРЕССОВОЙ СИТУАЦИИ

<sup>1</sup> Санаторий «Ессентуки» (Россия, г. Ессентуки, ул. Фрунзе, д. 7);

<sup>2</sup> Северный государственный медицинский университет (Россия, г. Архангельск, Троицкий пр., д. 51)

Представлены результаты сравнительного психологического исследования 74 жен военнослужащих, находящихся в условиях длительной социально-психотравмирующей ситуации, и 64 жен военнослужащих, мужья которых не находились в командировках в регионах со сложной оперативной обстановкой (группа сравнения). Возраст жен составил ( $39,5 \pm 5,4$ ) года, семейных стаж – от 3 до 25 лет. Проанализирована динамическая оценка состояния женщин в рамках мероприятий медико-психологической реабилитации с учетом структуры личностного психотипа. Показана эффективность применения комплексного сочетания биологической обратной связи с классическими видами психотерапевтического воздействия, активизирующего саморегулируемое поведение, включающее сложные когнитивные и эмоциональные механизмы обеспечения психологической устойчивости жен военнослужащих.

Ключевые слова: военнослужащие, семья, супружеские пары, клиническая психология, стресс, психологическая коррекция, реабилитация, биологическая обратная связь.

### Введение

Многие проблемы человека возникают в семье вследствие определенных взаимоотношений, складывающихся у родных – близких и любимых людей. Трудные взаимоотношения в семье, как правило, отражаются на всех ее членах. Стиль эмоционального общения в семье, в котором доминируют негативные эмоции, постоянная критика, унижение, утра партнера, неверие в его способности и возможности, ведет к снижению самооценки и самоуважения, росту внутреннего напряжения, тревоги, агрессии и, как следствие, к невротическим и психосоматическим расстройствам [16]. Анализ современных тенденций развития общества констатирует наличие кризиса института семьи и семейных отношений [15]. Новые социально-экономические условия существенно влияют на все стороны жизни личности; это влияние отразилось и на институте семьи, в связи с чем проблема изучения конструктивного взаимодействия личности в семье, ее гармоничного существования в ней и развития приобретает все большую актуальность.

Общественная ситуация в России в последние десятилетия обусловила появление нового научного направления, связанного с анализом статуса военной семьи, социальных основ ее жизнедеятельности, адаптацией военнослужащих и членов их семей к современным социальным условиям. Армия – это

отражение общества, и проблемы российской семьи в равной степени касаются и семей военнослужащих. Семья офицера выполняет, в основном те же общественные функции, что и любая другая, однако испытывает большое воздействие специфики военной службы, что проявляется в ее психологических особенностях. Роль членов семей военнослужащих рассматривается в качестве одной из разновидностей психологической поддержки: жены военнослужащих, по существу, являются ассоциированными членами военной службы, их статус фиксируется рангом мужа, что для офицерских жен означает прямую адаптацию к уже существующим неписаным традициям и порядкам. Более того, личностные особенности жен военнослужащих, их толерантность к специфике профессиональной деятельности супругов способствуют полному психологическому восстановлению в кругу семьи [1].

Семья влияет на профессиональную эффективность военнослужащего опосредованно через психологический климат в семье. Например, семьям успешных военных летчиков были присущи сплоченность, низкая конфликтность, ориентация на достижение поставленных целей (в том числе профессиональных), направленность на активный отдых и совместное проведение свободного времени [14].

Для семей летного состава характерны высокая степень организованности в плане

Киворкова Александра Юрьевна – канд. биол. наук, мед. психолог, санаторий «Ессентуки» (Россия, 357600, г. Ессентуки, ул. Фрунзе, д. 7); e-mail: Sandra077@yandex.ru;

Соловьев Андрей Горгоньевич – д-р мед. наук проф., зав. каф. психиатрии и клинич. психологии, Сев. гос. мед. ун-т (Россия, 163000, г. Архангельск, Троицкий пр., д. 51); e-mail: ASoloviev1@yandex.ru.

структурирования семейной активности, финансов, ясности семейных правил и авторитарность. Летчик являлся основным кормильцем семьи. Неблагоприятные социально-экономические условия, недостаточный уровень финансирования военной отрасли существенно изменяли семейные отношения. Например, исследования пилотов Государственной летной академии Украины, имеющих отклонения в состоянии здоровья, показали, что в их семьях ведущую роль стали играть жены. Данный способ внутрисемейной адаптации в сложившихся обстоятельствах был более предпочтителен, но он оказался неприемлем для летного состава с выраженными лидерско-престижными качествами, поэтому они находились в состоянии психической дезадаптации и нуждались в психокоррекционных мероприятиях [5].

Жена военнослужащего, командированного в зону боевых действий, находится в состоянии стресса из-за пребывания мужа в экстремальных условиях, зная, что его жизни угрожает опасность [19]. Перед командировкой мужа она испытывает широкий спектр эмоций, включающий печаль, беспомощность, плач, беспокойство, депрессию, отчаяние, чувство вины, низкую самооценку, гнев, нетерпимость к детям и опасения, связанные с верностью мужа [18]. Могут возникать ряд физиологических симптомов, включая усталость, головные боли, плохую концентрацию внимания, нарушение менструального цикла, изменения массы тела, боли в спине, головные боли, вялость и другие сопутствующие нарушения соматического здоровья. Возвращение военнослужащего домой также сопряжено с переживанием напряженного для жены периода, так как она должна приложить максимум усилий для создания внутри семьи благоприятного психологического климата. Требуется время и терпение, чтобы после возвращения военнослужащего из командировки восстановить сексуальные отношения [11].

В целом, участие в боевых действиях имеет долгосрочные психологические и поведенческие проявления на личность военнослужащих и членов их семей [7]. Однако данная проблема как в нашей стране, так и за рубежом, не столь часто становится предметом целенаправленных научных исследований. Учитывая, что семейные отношения могут стабилизировать или дестабилизировать работоспособность и уровень адекватности самосознания военнослужащих, необходимо разрабатывать и внедрять методы психоло-

гического сопровождения не только для лиц опасных профессий, но для членов семей, в первую очередь их жен.

*Цель исследования* – выявление динамики психологических показателей у жен военнослужащих, находящихся в условиях социально-психотравмирующей ситуации, в рамках мероприятий медико-психологической реабилитации (МПР).

### **Материал и методы**

Обследовали 148 жен военнослужащих, профессиональная деятельность которых связана с командированием в регионы со сложной оперативной обстановкой. Возраст женщин был 22–48 лет, средний возраст –  $(39,5 \pm 5,4)$  года. Все женщины обратились за помощью в кабинет медико-психологической реабилитации с жалобами на нарушения семейных отношений.

Методология исследования базировалась на представлении о личностной изменчивости, конституционально-континуальных особенностях личности и концепции пограничной аномальной личности (ПАЛ) [3], состоящей из трех диапазонов: психологической нормы – акцентуации, диапазона ПАЛ и патологической психической конституции (психопатии). В соответствии с методологическими принципами конституциональной психологии, выделяются личностные психотипы: истероидный, циклоидный, шизоидный и эпилептоидный, отличающиеся личностно-характерологическими особенностями реагирования за пределами диапазона психологической нормы (аномальная изменчивость).

1-ю группу составили 74 жены военнослужащих (53,5%) с ПАЛ, мужья которых более 3 раз были командированы в регионы со сложной оперативной обстановкой. В зависимости от назначаемых реабилитационных программ в 1-й группе были выделены:

– подгруппа 1А ( $n = 39$ ) с преобладанием циклоидной структуры личностного психотипа с аномальной изменчивостью, которым параллельно с традиционным санаторно-курортным лечением проводили курс реабилитационных мероприятий, включавший температурно-миографические тренировки в сочетании с психотерапевтической помощью (рациональная психотерапия, сеансы гетеротренинга), направленной на формирование мотивации на изучение психологических особенностей и личностных характеристик и формирование навыков адаптивного поведения в семье;



– подгруппа 1Б (n = 35) с преобладанием истероидной структуры личностного психотипа с аномальной изменчивостью, которым параллельно с традиционным санаторно-курортным лечением проводили курс мероприятий, основанных на принципах патогенетической [2] и кататимно-имагинативной психотерапии (символдрамы) [9], преимущественно включая мотивы «Ручей», «Гора», «Автостоп» в рамках предложенной нами модели МПР жен военнослужащих [8], а также групповой гетеро- и релаксационный тренинг с использованием технологии биологической обратной связи (БОС).

Обучение релаксационному БОС-тренингу проводили с использованием приемов аутогенной тренировки, элементов визуализации, прогрессивной мышечной релаксации, дыхательных упражнений. Для определения степени напряжения осуществляли мониторинг психофизиологических параметров пациенток в спокойном состоянии. Релаксационный тренинг БОС проводили через демонстрацию на экране компьютера тех сигналов, которые выходят за рамки индивидуальной нормы состояния систем организма. В ходе релаксационного тренинга пациентки обучались изменять эти параметры организма в нужном направлении для того, чтобы снять напряжение и, таким образом, улучшить свое функциональное психологическое состояние и закрепить это улучшение.

Общая продолжительность реабилитационных сеансов в подгруппах была одинаковой (21 сут).

Женщины с эпилептоидным (n = 8) и шизоидным психотипами (n = 3) были исключены из исследования в силу малочисленности представленных вариантов.

Во 2-ю группу (сравнения) были отнесены 64 (46,4%) жены военнослужащих, мужья которых не находились в командировках в регионах со сложной оперативной обстановкой, но относились к категории кадровых офицеров.

Семейный стаж у представительниц выделенных групп составлял от 3 до 25 лет. Статистически значимых различий в стаже семейной жизни между ними не было. Все обследованные не состояли на учете по психическим и наркологическим заболеваниям и не имели соматических заболеваний в стадии обострения.

Психологическое обследование осуществляли до и после реабилитационных мероприятий. Для определения психологических особенностей проводили тестирование на

аппаратно-программном психодиагностическом комплексе «Мультипсихометр» (сертификат соответствия РОСС RU.СП25.Н00010). Оценивали:

– психофизиологические параметры цветового теста М. Люшера с вычислением показателей работоспособности (Р), усталости (У), тревоги (Т), суммарного отклонения от аутогенной нормы (ОАН), эксцентричности (Эк), концентричности (Кц), вегетативного коэффициента (ВК), автономности (Ав), гетерономности (Гр) [12];

– функциональное состояние нервно-мышечной системы и скорость проведения нервного импульса (теппинг-тест) с вычислением показателей частоты касаний, стабильности, скважности и лабильности;

– уровень активации центральной нервной системы (ЦНС) при помощи методики простой зрительной моторной реакции (ПЗМР) с вычислением латентного времени реакции и стабильности исполнительских действий [6];

– функциональное психическое состояние (самочувствие, активность, настроение) с помощью методики «Самочувствие, активность, настроение» (САН) [4].

В клинико-anamnestическое исследование включили скрининг-диагностику уровня невротизации и оценку синдромов невротического состояния. Использовали:

– клинический опросник оценки невротического состояния (К-78) [17] для исследования степени выраженности тревоги, астении, вегетативных нарушений, депрессии, истерического типа реагирования и обсессивно-фобических нарушений;

– опросник Г. Айзенка [13] для оценки степени возбудимости и силы реакции автономной нервной системы на стимулы в зависимости от показателей экстра-интраверсии, стабильности-нейротизма;

– характерологический опросник Леонгарда-Шмишека [10] для выявления типа акцентуации характера.

Анамnestическое обследование включало анализ жалоб и данные субъективного восприятия семейного кризиса. Клиническое интервьюирование применяли для уточнения выраженности невротического состояния с учетом анамнеза семейной жизни, особенностей внутрисемейных взаимоотношений, а также специфики профессиональной деятельности мужа.

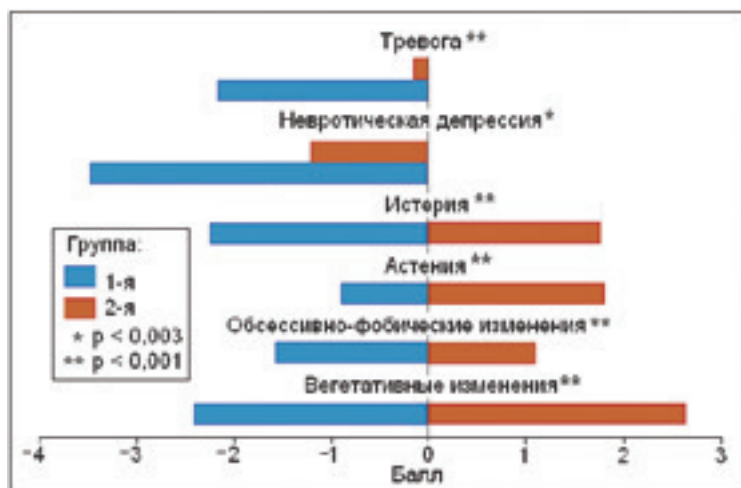
Статистическую обработку данных производили с использованием пакета прикладных статистических программ SPSS 16.0. Коли-

чественный признак проверяли на нормальность распределения с помощью критерия Шапиро–Уилка. В случае нормального распределения применяли параметрические методы (критерий Стьюдента для независимых выборок и парный критерий Стьюдента), ненормального – непараметрические (критерий Манна–Уитни и парный критерий Вилкоксона). Критический уровень статистической значимости составил 0,05.

### Результаты и их анализ

Жены военнослужащих, находящиеся в условиях перманентной внутрисемейной стрессовой ситуации, относятся к специфической социальной группе, характеризующейся определенными психологическими особенностями. На момент первичного обращения у них преобладали жалобы на немотивированные колебания настроения, слезливость, безотчетные опасения, тревожность, плохой сон с частыми пробуждениями, вспыльчивость, повышенную раздражительность, конфликтность и нарушение внутрисемейных отношений в целом. Обследованным женщинам 1-й группы были присущи также патопсихологические изменения, соответствующие аффективным клиническим нарушениям – субдепрессивным и тревожным синдромальным проявлениям или смешанным тревожно-депрессивным расстройствам (рисунок), в свою очередь, тесно связанным с вегетативными проявлениями.

У жен военнослужащих 1-й группы были выявлены повышенные показатели по шкале «нейротизм» методики Айзенка, свидетельствующие о лабильности нервной системы (табл. 1), что выражалось в чрезвычайной нервности, неустойчивости, плохой адаптации, склонности к быстрой смене настрое-



Выраженность невротического состояния у жен военнослужащих (балл).

Таблица 1

Эмоционально-психологические особенности у жен военнослужащих, Me (q<sub>1</sub>; q<sub>3</sub>), балл

Шкала	Группа		p <
	1-я	2-я	
Нейротизм – эмоциональная устойчивость	16,5 (14,0; 20,0)	13,0 (9,25; 16,0)	0,001
Экстраверсия – интраверсия	13,0 (9,75; 15,0)	14,0 (11,0; 16,0)	0,02
Ложь	1,00 (0,00; 2,00)	1,00 (0,00; 2,00)	

Таблица 2

Оценка эффективности реабилитации у жен военнослужащих 1-й группы по методике САН, (M ± σ) балл

Показатель	До коррекции	После коррекции	p <
Самочувствие	31,6 ± 9,8	42,8 ± 6,3	0,001
Активность	30,1 ± 10,4	42,5 ± 8,9	0,001
Настроение	32,8 ± 10,6	42,6 ± 8,4	0,001

ний (лабильности), чувстве вины и беспокойства, озабоченности, депрессивных реакциях, рассеянности внимания, неустойчивости в стрессовых ситуациях, повышенной эмоциональности, импульсивности, изменчивости интересов, неуверенности в себе, выраженной чувствительности, впечатлительности, склонности к раздражительности. Нейротическая личность характеризовалась неадекватно сильными реакциями по отношению к вызывающим их стимулам.

Анализ исходного состояния показал наличие существенных негативных отклонений в субъективном статусе у женщин 1-й группы. Результаты после проведения реабилитационных мероприятий выявили стабильные достоверные изменения по всем 3 параметрам методики САН, отражающим объективизацию субъективной оценки общего самочувствия, активности и настроения (табл. 2).

Ассоциативное выявление психологического состояния жен военнослужащих подгрупп 1А и 1Б после коррекционных сеансов по показателю ВК теста Люшера соответствовало доминированию симпатического отдела вегетативной нервной системы, что отражает оптимальную мобилизацию физических и психических ресурсов, установку на активное действие. После проведения коррекционных сеансов отмечено повышение работоспособности с одновременным снижением усталости и тревожности. Показатель суммарного

**Таблица 3**

Оценка психофизиологических показателей у жен военнослужащих по тесту М. Люшера, ( $M \pm \sigma$ ) у. е.

Показатель теста	Подгруппа, период коррекции					
	1Б			1А		
	до	после	p <	до	после	p <
Р	6,71 ± 3,08	13,0 ± 1,81	0,001	5,31 ± 3,53	12,50 ± 2,95	0,001
У	7,69 ± 2,86	4,91 ± 2,64	0,001	7,92 ± 2,55	5,31 ± 2,17	0,001
Тр	5,20 ± 2,11	2,17 ± 1,85	0,001	5,77 ± 2,44	2,64 ± 1,80	0,001
ОАН	20,40 ± 5,11	11,4 ± 3,68	0,001	22,0 (20,0; 26,0)	10,0 (8,00; 14,0)	0,001
Эк	4,97 ± 2,86	9,54 ± 1,75	0,001	3,00 (2,00; 5,00)	10,0 (8,00; 12,0)	0,001
Кц	7,23 ± 2,53	6,60 ± 2,34		7,67 ± 2,92	5,97 ± 2,12	0,002
ВК	9,91 ± 4,70	14,9 ± 3,58	0,001	8,00 (4,00; 10,0)	16,0 (13,0; 19,0)	0,001
Ав	6,54 ± 2,23	9,29 ± 2,36	0,001	5,31 ± 2,75	9,09 ± 2,28	0,001
Гр	5,43 ± 2,03	6,57 ± 2,17		5,95 ± 2,02	6,31 ± 2,07	0,050

**Таблица 4**

Оценка психофизиологических функций у жен военнослужащих по методике САН, ( $M \pm \sigma$ ) балл

Показатель методики	Подгруппа, период коррекции					
	1Б			1А		
	до	после	p <	до	после	p <
Самочувствие	33,5 ± 10,3	44,4 ± 6,4	0,001	29,9 ± 9,0	41,4 ± 6,0	0,001
Активность	31,7 ± 11,6	43,7 ± 8,6	0,001	28,7 ± 9,1	41,4 ± 9,1	0,001
Настроение	33,6 ± 12,1	42,7 ± 9,8	0,001	32,1 ± 9,3	42,6 ± 7,0	0,001

ОАН обозначил незначительный уровень непродуктивной нервно-психической напряженности (табл. 3).

Анализ данных исходного (перед началом курса реабилитации) состояния показал наличие существенных негативных отклонений в субъективном статусе жен военнослужащих обеих подгрупп, причем наиболее низкой оказалась оценка активности. Достоверные изменения результатов по тесту САН до и после курса реабилитационных процедур отражали позитивные результаты МПР у женщин с учетом психотипологических особенностей (табл. 4).

### Заключение

Результаты исследования показывают, что у жен военнослужащих, длительное время находящихся в социально-стрессовой ситуации, прошедших курс медико-психологической реабилитации, выявлена положительная динамика психологических показателей, мобилизирующих физические ресурсы и установку на активное действие. Снижение уровня тревожности на фоне проводимой психокоррекционной и психотерапевтической работы является показателем, отражающим изменение эмоционального напряжения женщин и, как следствие, сопровождающим закономерные перестройки внутрисемейных взаимоотношений.

Полученные данные свидетельствуют о том, что биоадаптивное управление в соче-

тании с классическими видами психотерапевтического воздействия способствует потенцированию результатов лечения, активизации механизмов саморегулируемого поведения, психологической самоадаптации, включающей сложные когнитивные и эмоциональные механизмы обеспечения целенаправленных действий в стрессовой ситуации.

Применение БОС способствует повышению психофизиологической стрессоустойчивости, восстановлению саморегуляции эмоций, интрапсихической адаптации и достижению социальнозначимых установок на поведенческие стратегии, способствующие сохранению здоровья и психологическому благополучию членов семьи.

### Литература

1. Акьюлов Р.И. Роль семьи в жизнедеятельности государственных служащих : автореф. дис. ... канд. социол. наук. Екатеринбург, 2005. 22 с.
2. Александров А. А. Психотерапия. СПб. [и др.] : Питер, 2004. 480 с.
3. Боев И. В. Пограничная аномальная личность. Ставрополь : Изд-во СГУ, 1999. 362 с.
4. Доскин В.А., Лаврентьева Н.А., Мирошников М.П., Шарай В.Б. Тест дифференцированной самооценки функционального состояния // Вопр. психологии. 1973. № 6. С. 141–145.
5. Евдокимов В.И., Мягер В.К. Роль семейно-бытовых отношений в психопрофилактике психогенно обусловленных расстройств летного состава // Вестн. психотерапии. 2000. № 7 (12). С. 121–128.

6. Зинченко В.П., Леонова А.Б., Стрелков Ю.К. Психометрика утомления. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1977. 109 с.
7. Киворкова А.Ю., Соловьев А.Г., Боев И.В. Факторы риска и критерии эффективности психокоррекции аномальной личностной изменчивости жен военнослужащих // Мед. вестн. Сев. Кавказа. 2014. № 1. С. 35–38.
8. Киворкова А.Ю., Соловьев А.Г., Боев И.В., Лекомцева О.В. Медико-психологическая реабилитация жен военнослужащих в условиях внутрисемейной стрессовой ситуации // Психич. здоровье. 2014. № 10. С. 58–61.
9. Обухов Я.Л. Символдрама и современный психоанализ. Харьков : Регион-информ, 1999. 251 с.
10. Рубинштейн С.Л. Темперамент и характер // Общая психология : тексты. СПб. [и др.] : Питер, 2002. С. 670–678.
11. Сергеев М.Ю., Артифксов С.Б., Бородачева И.В. Прикладные аспекты оценки семейно-сексуального статуса у лиц опасных профессий // Мед. альманах. 2011. № 3. С. 35–37.
12. Собчик Л.Н. Метод цветочных выборов. Модифицированный восьмицветовой тест Люшера. СПб. : Речь, 2001. 112 с.
13. Теплов Б.М. Психология и психофизиология индивидуальных различий. М. : МПСИ ; Воронеж : МОДЭК, 2003. 640 с.
14. Ушаков И.Б., Евдокимов В.И., Симчук М.Н. Роль семьи в профессиональной адаптации летного состава // Воен.-мед. журн. 2007. Т. 328, № 10. С. 46–50.
15. Целуйко В.М. Психология современной семьи. М. : ВЛАДОС, 2004. 130 с.
16. Эйдемиллер Э.Г. Семейная психотерапия. СПб. : Речь, 2005. 400 с.
17. Яхин К.К., Менделевич Д.М. Клинический опросник для выявления и оценки невротических состояний // Клиническая и медицинская психология / под ред. В.Д. Менделевича. М., 2005. С. 432.
18. McNulty P.A.F. Reported stressors and health care needs of active duty Navy personnel during three phases of deployment in support of the war in Iraq // Military Medicine. 2005. Vol. 170, N 2. P. 530–535.
19. Warner C.H., Appenzeller G.N., Warner C.M., Grieger T. Psychological effects of deployments on military families // Psychiatric Annals. 2009. N 2. P. 56–63.

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

Поступила 14.08.2015

**Для цитирования.** Киворкова А.Ю., Соловьев А.Г. Психологическая коррекция деструктивного состояния жен военнослужащих при длительной стрессовой ситуации // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2016. № 2. С. 109–115.

## Psychological correction of destructive states in military wives under prolonged stress

Kivorkova A.Y.<sup>1</sup>, Soloviev A.G.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sanatorium «Yessentuki» (Frunze Str., 7, Yessentuki, 357600, Russia);

<sup>2</sup>Northern State Medical University (Troitsky Ave., 51, Arhangelsk, 163000, Russia)

Alexandra Yurevna Kivorkova – PhD Biol. Sci., Medical psychologist; e-mail: Sandra077@yandex.ru;

Andrey Gorgonievich Soloviev – Dr. Med. Sci. Prof., Chief, Department of Psychiatry and Clinical Psychology; e-mail: ASoloviev1@yandex.ru.

**Abstract.** Presented are comparative psychological data from 74 military wives staying in a long-term stressful social situation and 64 military wives whose husbands weren't in regions with a difficult operative situation (group of comparison). The age of wives was (39.5 ± 5.4) years, the family experience – from 3 to 25 years. The women were assessed as a part of medical and psychological rehabilitation over time, taking into the account personality types. Combination treatment using biofeedback and classical psychotherapy which activates the self-regulated behavior and includes complex cognitive and emotional mechanisms of psychological stability of the military wives was proved to be effective.

**Keywords:** servicemen, family, married couples, clinical psychology, stress, psychological correction, rehabilitation, biofeedback.

### References

1. Akjulov R.I. Rol semi v zhiznedejatelnosti gosudarstvennyh sluzhashhih. [The role of the family in the life of civil servants]: Abstract dissertation PhD Psychol. Sci. Ekaterinburg. 2005. 22 p. (In Russ.)
2. Aleksandrov A.A. Psihoterapija [Psychotherapy]. Saint-Petersburg. 2004. 480 p. (In Russ.)
3. Boev I.V. Pogranichnaja anomalnaja lichnost [Border abnormal personality]. Stavropol. 1999. 362 p. (In Russ.)
4. Doskin V.A., Lavrenteva N.A., Miroshnikov M.P., Sharai V.B. Test differencirovannoj samoocenki funkcionalnogo sostojaniya [Differentiated self-assessment functional status test]. *Voprosi psihologii* [Psychological questions]. 1973. N6. Pp. 141–145. (In Russ.)



5. Evdokimov V.I., Myager V.K. Rol semeino-bytovykh otnoshenii v psikhoprofilaktike psikhogenno obuslovlennykh rasstroistv letnogo sostava [The role of the family household relations in psychoprevention of psychogenetically conditioned disorders of the pilots]. *Vestnik psikhoterapii* [Bulletin of Psychotherapy]. 2000. N 7. Pp. 121–128.
6. Zinchenko V.P., Leonova A.B., Strelkov Yu.K. Psihometrika utomlenija [Psychometrics of fatigue]. 1977. 109 p. (In Russ.)
7. Kivorkova A. Yu., Solov'ev A.G., Boev I.V. Faktory riska i kriterii effektivnosti psikhokorrekcii anomalnoj lichnostnoj izmenchivosti zhen voennosluzhashhih [Risk factors and criteria of effective psychocorrection of abnormal personality variability of military wives]. *Medicinskij vestnik Severnogo Kavkaza* [Medical news of the North Caucasus]. 2014. N 1. Pp. 35–38. (In Russ.)
8. Kivorkova A. Yu., Solov'ev A. G., Boev I. V., Lekomtseva O. V. Mediko-psihologicheskaja reabilitacija zhen voennosluzhashhih v uslovijah vnutrisemejnoy stressovoj situacii [Medico-psychological rehabilitation of the military wives in stressful family situation]. *Psihicheskoe zdorove* [Mental Health]. 2014. N 10. Pp. 58–61. (In Russ.)
9. Obuhov Ja.L. Simvoldrama i sovremennyj psihoanaliz [Symboldrama and modern psychoanalysis]. Harkov. 1999. 251 p. (In Russ.)
10. Rubinshtejn S. L. Temperament i harakter [Temperament and character]. Saint-Petersburg. 2002. Pp. 670–678. (In Russ.)
11. Sergeev M. Yu., Artifeksov S. B., Borodacheva I. V. Prikladnye aspekty ocenki semejno-seksualnogo statusa u lic opasnykh professij [Applied aspects of evaluating family sexual status in those engaged in hazardous occupations]. *Medicinskij Almanah* [Medical Almanac]. 2011. N 3. Pp. 35–37. (In Russ.)
12. Sobchik L. N. Metod cvetovykh vyborov. Modificirovannyj vosmicvetovoj test Ljushera [The method of color choices. Modified Luscher eight colors test]. Saint-Petersburg. 2001. 112 p. (In Russ.)
13. Teplov B. M. Psihologija i psihofiziologija individualnyh razlichij [Psychology and Psychophysiology of individual differences]. Voronezh. 2003. 640 p. (In Russ.)
14. Celujko V. M. Psihologija sovremennoj semi [Modern Family Psychology]. 2004. 130 p. (In Russ.)
15. Ushakov I. B., Evdokimov V. I., Simchuk M. N. Rol semi v professionalnoi adaptatsii letnogo sostava [Role of the family in professional adaptation of flying personal]. *Voенно-медицинский журнал* [Military medical journal]. 2007. Vol. 328. N 10. Pp. 46–50.
16. Eidemiller E. G. Semejnaja psikhoterapija [Family psychotherapy]. Saint-Petersburg. 2005. 400 p. (In Russ.)
17. Yakhin K. K., Mendelevich D. M. Klinicheskij oprosnik dlja vyjavlenija i ocenki nevroticheskikh sostojanij. Ed. D. M. Mendelevich [A clinical questionnaire to identify and assess neurotic states]. *Klinicheskaja i medicinskaja psihologija* [Clinical and medical psychology]. 2005. P. 432.
18. McNulty P.A.F. Reported stressors and health care needs of active duty Navy personnel during three phases of deployment in support of the war in Iraq. *Military Medicine*. 2005. Vol. 170, N 2. Pp. 530–535.
19. Warner C. H., Appenzeller G. N., Warner C. M., Grieger T. Psychological effects of deployments on military families. *Psychiatric Annals*. 2009. N. 2. Pp. 56–63.

Received 14.08.2015

**For citing.** Kivorkova A.Y., Soloviev A.G. Psihologicheskaja korekcija destruktivnogo sostojanija zhen voennosluzhashhih pri dlitelnoj stressovoj situacii. *Med.-biol. i sots.-psihol. probl. bezopasnosti v chrezv. situatsiyakh*. 2016. N 2. Pp. 109–115. (In Russ.)

Kivorkova A.Y., Soloviev A.G. Psychological correction of destructive states in military wives under prolonged stress. *Medical-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2016. N 2. Pp. 109–115.



Психология кризисных и экстремальных ситуаций: индивидуальные жизненные кризисы; агрессия и экстремизм : учебник / [Н. С. Хрусталева, А. М. Беглер, Т. Н. Беркалиев и др.]; под общ. ред. Н. С. Хрусталевой; С.-Петербур. гос. ун-т. – СПб. : Изд-во СПбГУ, 2016. – 445 с.  
ISBN 978-5-288-05660-4. Тираж 200 экз.

В учебнике представлены методологические и теоретические основы дисциплины, материал по психологии выживания, индивидуальным жизненным кризисам, психологическим особенностям миграции, проявлениям агрессии, аутоагрессии и экстремизма. Рекомендовано к печати Учебно-методической комиссией факультета психологии Санкт-Петербургского государственного университета.

Учебник предназначен для студентов, магистрантов, аспирантов, клинических психологов, специализирующихся в области психологии кризисных и экстремальных ситуаций. Он также может представлять интерес для специалистов, работающих с мигрантами, в области психотерапии жизненных кризисов, в сферах профилактики суицидальных и агрессивных проявлений, по подготовке профессионалов экстремального профиля.

## ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЖЕНЩИН – СОТРУДНИКОВ ВНЕВЕДОМСТВЕННОЙ ОХРАНЫ МВД РОССИИ С ФАКТОРАМИ РИСКА НАРУШЕНИЙ ПСИХИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ

Санкт-Петербургский государственный университет  
(Россия, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7/9)

Представлены результаты изучения психологических особенностей (невротических жалоб, степени выраженности алекситимии, структуры уровня субъективного контроля и параметров самооценки) у женщин-сотрудников вневедомственной охраны МВД России. В исследовании приняли участие 90 женщин, проходящих службу в строевых подразделениях вневедомственной охраны (стаж в системе МВД России от 7 до 15 лет), признанных годными к прохождению службы. В исследовании применяли клинико-психологический метод и методики психодиагностики: «Опросник невротических расстройств», «Торонтовская алекситимическая шкала», «Опросник для определения уровня субъективного контроля личности», методика Дембо-Рубинштейна. Обнаружены значимые различия между сотрудницами с выраженными жалобами соматического характера (без разделения по отдельным синдромам) и их здоровыми коллегами. Выявленные психологические особенности женщин с факторами риска развития дезадаптации проявляются в более выраженных невротических чертах личности: слабом поведенческом контроле, вспыльчивости, пониженном понимании нюансов межличностных отношений, сниженной критичности в отношении правильности принятия окружающими своего поведения, а также большей выраженности алекситимии. Однако полученные значения не превышают границу нормы. Также таким женщинам свойственно приписывать ответственность за свою карьеру и состояние здоровья скорее внешним обстоятельствам, чем себе, в сочетании с высокой самооценкой своего здоровья, характера и способностей. Сделан вывод о необходимости проведения психопрофилактических мероприятий.

Ключевые слова: экстремальная психология, сотрудники силовых ведомств, психическая адаптация, донозологические нарушения, психопрофилактика.

### Введение

Психотравмирующее воздействие внешних факторов на человека приводит к снижению его психической адаптации, на фоне которого могут формироваться различные психические нарушения, в том числе невротические расстройства и соматические проблемы [5]. В связи с этим большую роль приобретают ранняя диагностика и профилактика таких состояний, особенно в профессиональных группах, характеризующихся высоким уровнем психического напряжения.

Проведенные исследования [2, 7, 12] показывают, что истощение психофизических ресурсов организма сотрудников подразделений Министерства внутренних дел Российской Федерации и в том числе вневедомственной охраны (ВО МВД России) является следствием их профессиональной деятельности. Ключевой характеристикой этой деятельности считается напряженность труда, причем нагрузка приходится преимущественно на центральную нервную систему, органы чувств и эмоциональную сферу сотрудника. Напряженность труда включает в себя раз-

личные факторы, в том числе интеллектуальные, сенсорные и эмоциональные нагрузки, режим работы [8].

В настоящее время, по данным Департамента государственной службы и кадров МВД России, службу в органах внутренних дел проходят более 151 тыс. женщин, что составляет более 15% от общей численности личного состава органов внутренних дел [3]. В подразделениях ВО МВД России женщины несут службу на постах, что характеризуется монотонией и снижает активность барьера психической адаптации [1]. В целях ранней профилактики актуальным является изучение психологических особенностей сотрудников ВО МВД России с признаками соматических нарушений психической адаптации.

Нарушения психической адаптации разделяются на 2 типа в рамках концепции донозологических состояний [11]:

1-й – непатологическая (предпатологическая) психическая дезадаптация, которая выражается через кризис, переживание, жизненную трудность или неудачу и обычно не требует специфического вмешательства;

Денисова Ксения Сергеевна – аспирант каф. психологии кризисных и экстрем. ситуаций ф-та психологии Санкт-Петербург. гос. ун-та (Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7/9); e-mail: ksushazor@yandex.ru.

2-й – патологическая (предболезненная) психическая дезадаптация, более клинически определенная.

В данном исследовании обращено внимание на 2-й тип нарушений психической адаптации, развитие которого может пойти с равной вероятностью по пути соматизации, невротизации или поведенческих расстройств.

*Цель исследования* – изучение психологических особенностей женщин-сотрудников ВО МВД России с предболезненными нарушениями психической адаптации.

### Материал и методы

В исследовании приняли участие 90 женщин, проходящих службу в строевых подразделениях ВО Главного управления МВД России по Санкт-Петербургу и Ленинградской обл. Все обследованные сотрудницы по результатам военно-врачебной экспертизы и медицинского освидетельствования признаны годными к прохождению службы в системе ВО (по 4-й группе предназначения) без каких-либо выявленных хронических заболеваний. Стаж службы составил от 7 до 15 лет. Исследование проводили в рамках стандартной процедуры ежегодного обследования сотрудников в соответствии с этическими стандартами.

Также использовали следующие психодиагностические методики:

- опросник невротических расстройств (ОНР) [4, с. 11–36]. Опросник содержит 300 вопросов, объединенных в 15 клинических, 7 личностных, 6 специальных и 2 контрольные шкалы. При помощи клинических шкал оценивали:

- степень ухудшения общего самочувствия (ОНР1);
- колебания интенсивности жалоб (ОНР2);
- расстройства в сфере пищеварения (ОНР3);
- расстройства сердечно-сосудистой деятельности (ОНР4);
- нарушения общей чувствительности (ОНР5);
- нарушения моторики (ОНР6);
- психическую истощаемость (ОНР7);
- нарушения сна (ОНР8);
- повышенную возбудимость (ОНР9);
- переживания своей малоценности (ОНР10);
- пониженную работоспособность (ОНР11);
- навязчивые мысли и действия (ОНР12);
- немотивированный страх (ОНР13);
- фобические расстройства (ОНР 14);

- нарушения социальных контактов (ОНР15).

- Торонтовскую алекситимическую шкалу (TAS) [6, с. 8–17];

- методику для определения уровня субъективного контроля личности (УСК) [10, с. 96–102], с помощью которой изучали показатели интернальности:

- общей (УСК1);
- в области достижений (УСК2);
- в области неудач (УСК3);
- в семейных отношениях (УСК4);
- в области производственных отношений (УСК5);
- в области межличностных отношений (УСК6);
- в отношении здоровья и болезни (УСК7).
- методику Дембо–Рубинштейна в модификации Прихожан [9, с. 110–128].

1-ю группу составили 45 женщин, которые имели выявленные предболезненные нарушения адаптации соматического характера, выразившиеся в большом количестве жалоб соматического спектра (без разделения жалоб по отдельным синдромам), предъявлявшиеся в ходе беседы и при заполнении опросников исследования соматической сферы. Во 2-ю (контрольную) группу вошли 45 женщин без признаков дезадаптации. Основные социально-демографические характеристики женщин, принявших участие в исследовании, представлены в таблице.

Для выявления статистических различий в группах использовали U-критерий Манна-Уитни и t-критерий Стьюдента. При выборе критерия проводили предварительную проверку нормальности распределения переменных.

Социально-демографические характеристики выборки женщин – сотрудников вневедомственной охраны

Характеристика	Группа	
	1-я	2-я
Средний возраст, лет	35,0 ± 1,0	33,5 ± 0,9
Средний стаж, лет	9,6 ± 0,3	9,0 ± 0,4
Численность выборки	45	45
Уровень образования, %:		
полное среднее	33,3	22,2
среднее-специальное	35,6	44,4
неоконченное высшее	4,4	8,9
высшее	26,7	24,4
Семейное положение, %:		
не замужем	15,6	24,4
состоит в браке	57,8	40,0
в разводе	20,0	22,2
в незарегистрированном браке	6,7	13,3

### Результаты и их анализ

Значимые различия между результатами сравниваемых групп обнаружены по всем клиническим шкалам ОНР, кроме шкал ОНР10 и ОНР14 (рис. 1). Анализ результатов, полученных по остальным клиническим шкалам ОНР, показал, что средние значения были достоверно выше ( $p < 0,05$ ) у женщин 1-й группы, хотя и не превышали границы нормы.

В целом, результаты показывают, что у женщин 1-й группы выявлено больше жалоб на невротические и невротоподобные нарушения в психической и соматической сферах, чем у их коллег, однако их величина не превышает границу референтных значений теста и в то же время показывает риск развития нарушений психической адаптации.

Исходя из предъявляемых жалоб, психическое состояние женщин 1-й группы можно охарактеризовать как нормальное, но с менее стабильным общим самочувствием, наличием отдельных жалоб в сферах пищеварения, сердечно-сосудистой системы, чувствительности и моторики, утомляемостью, некоторыми проблемами со сном, неустойчивой работоспособностью, тревожностью и трудностями в общении.

Полученные результаты характеризуют женщин 1-й группы как достаточно уверенных в себе, однако склонных к тщательному обдумыванию поступков и ожидающих неудач больше, чем женщины 2-й группы. Им также свойственны настойчивость, склонность к риску, спонтанность эмоциональных реакций и поведения в целом, свободная самореализация, социально ориентированное поведение,

способность к групповому взаимодействию, среднее стремление поддерживать правильный образ жизни и средний уровень внимания к своему состоянию здоровья. Сотрудницы 1-й группы эмоционально уравновешены в большинстве ситуаций, однако могут быть вспыльчивы и раздражительны чаще женщин 2-й группы. При хороших коммуникативных способностях они несколько хуже понимают нюансы межличностных отношений и не всегда критичны в отношении принятия окружающими своего поведения.

По данным опросника TAS, у женщин 1-й и 2-й группы выявлены достоверные различия по уровню алекситимии ( $62,5 \pm 1,2$ ) и ( $57,7 \pm 1,3$ ) балла соответственно ( $p \leq 0,01$ ). Хотя средние значения в обеих группах интерпретируются как нормальные, характерные для здоровых людей, обнаруженные различия свидетельствуют, что женщинам 2-й группы присущи более выраженные затруднения в определении и описании собственных переживаний, сложность в проведении различий между чувствами и телесными ощущениями, более бедное воображение и фокусированность на внешних событиях, чем на внутренних переживаниях.

Обследование женщин по методике УСК (рис. 2) показало значимые различия по следующим шкалам: УСК1, УСК2, УСК5 и УСК7. По выраженности интернальности показатели у женщин 1-й группы оказались достоверно ниже данных 2-й группы, что предполагает экстернальный тип поведенческих реакций.

Женщины 1-й группы не видят связи между своими действиями и значимыми для них

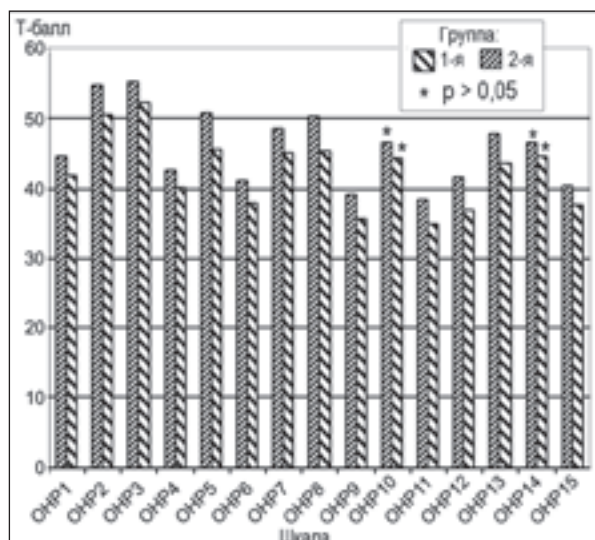


Рис. 1. Профиль оценок по клиническим шкалам ОНР у женщин – сотрудников МВД России.

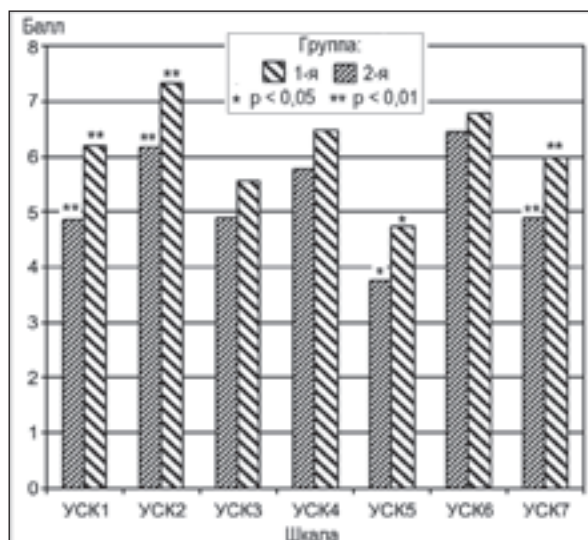


Рис. 2. Профиль оценок по шкалам УСК у женщин – сотрудников МВД России.



жизненными событиями, не считают себя способными контролировать их развитие. Данное различие между группами проявляется в таких сферах, как достижения (УСК2), производственные отношения (УСК5), отношение к здоровью и болезни (УСК7). Важно отметить, что женщины 1-й группы приписывают ответственность за свою карьеру и трудовую деятельность скорее внешним обстоятельствам, чем себе, а также считают, что не могут влиять на свое здоровье, состояние которого зависит, в первую очередь, от врачей и других независимых факторов. Однако стоит подчеркнуть, что средние значения в группах по шкале УСК5 не превышают среднего уровня и свидетельствуют скорее о приписывании ответственности в этой области внешним факторам, хотя у лиц 2-й группы такая тенденция менее выражена. Также женщины 1-й группы считают, что их достижения зависят скорее от внешних обстоятельств (удачи, стечения обстоятельств и т. д.) или других людей.

Исследование самооценки по методике Дембо–Рубинштейна выявило значимые различия показателей у женщин 1-й и 2-й группы по следующим шкалам: здоровье – самооценка [(68,7 ± 2,9) и (81,7 ± 2,2) балла соответственно,  $p \leq 0,001$ ], ум/способности – самооценка [(72,4 ± 2,9) и (81,4 ± 2,1) балла соответственно,  $p \leq 0,01$ ] и характер – самооценка [(72,2 ± 2,7) и (82,4 ± 2,3) балла соответственно,  $p \leq 0,01$ ]. Женщины 1-й группы значимо ниже оценивают актуальное состояние своего здоровья, чем их коллеги во 2-й группе. Можно предположить, что женщины 2-й группы переоценивают себя по указанным трем параметрам, тогда как самооценка у женщин 1-й группы более адекватна.

### Выводы

Психодиагностическое исследование показало, что психическое состояние женщин-сотрудников вневедомственной охраны МВД России с риском нарушений адаптации соматического характера можно охарактеризовать как нормальное, но с менее стабильным общим самочувствием, наличием психосоматических жалоб в различных сферах, утомляемостью, неустойчивой работоспособностью, тревожностью и трудностями в общении. Они имеют больше затруднений в определении и описании своих переживаний, чувств и телесных ощущений и сфокусированы в большей мере на внешних событиях, чем на внутренних переживаниях.

Таким образом, выявленные психологические особенности женщин – сотрудников вневедомственной охраны МВД России с выраженными жалобами соматического характера позволяют сформировать критерии для отнесения их к группе риска развития нарушений психической адаптации. С данной группой необходимо проведение психогигиенических и психопрофилактических мероприятий в целях предотвращения развития дезадаптации.

### Литература

1. Александровский Ю.А. Состояния психической дезадаптации и их компенсация. М. : Наука, 1976. 272 с.
2. Безчасный К.В. Психологические и соматовегетативные характеристики у сотрудников МВД, выполняющих боевые задачи в особых условиях : автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2005. 26 с.
3. Боброва И.А. Психологические особенности личности женщин-сотрудников органов внутренних дел МВД России : автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2005. 18 с.
4. Вассерман Л.И., Карвасарский Б.Д., Абабков В.А. [и др.]. Психодиагностическая методика для определения невротических и неврозоподобных нарушений (ОНР) : пособие для врачей и психологов / С-Петербург. науч.-исслед. психоневрол. ин-т им. В.М. Бехтерева. СПб., 1998. 38 с.
5. Вертячих Н.Н. Социально-демографические факторы нарушений психической адаптации // Журн. публикаций аспирантов и докторантов. 2010. № 4. URL : <http://jurnal.org/articles/2010/psih6.html>.
6. Ереско Д.Б., Исурина Г.Л., Кайдановская Е.В. [и др.]. Алекситимия и методы ее определения при пограничных психосоматических расстройствах. СПб. : НИПНИ им. Бехтерева, 1994. 17 с.
7. Круглов А.Г., Мягких Н.И., Шутко Г.В. Медико-психологические последствия деятельности сотрудников органов внутренних дел в особых условиях Северо-Кавказского региона // Мед. вестн. МВД. 2004. № 4. С. 43–47.
8. Мягких Н.И. Фактор здоровья как современная основа организации медико-психологического обеспечения деятельности ОВД // Мед. вестн. МВД. 2007. № 3. С. 10–12.
9. Прихожан А.М. Применение методов прямого оценивания в работе школьного психолога // Научно-методические основы использования в школьной психологической службе конкретных психодиагностических методик : сб. науч. тр. М. : Изд-во АПН СССР, 1988. С. 110–128.
10. Реан А.А. Психология изучения личности : учеб. пособие. СПб. : Изд-во Михайлова В.А., 1999. 288 с.
11. Семичов С.Б. Предболезненные психические расстройства. Л. : Медицина, 1987. 184 с.
12. Хайбуллина А.А. Состояние нейрогуморальной регуляции и метаболических нарушений у работников нервно-напряженного труда : автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2003. 24 с.

Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи.

Поступила 09.04.2016

**Для цитирования.** Денисова К.С. Психологические особенности женщин-сотрудников вневедомственной охраны МВД России с факторами риска нарушений психической адаптации // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2016. № 2. С. 116–120.

## Psychological characteristics of women employees of non-departmental security with risk factors for mental maladjustment

Denisova K.S.

Saint-Petersburg State University (Universitetskaya nab., 7/9, St. Petersburg, 199034, Russia)

Kseniia Sergeevna Denisova – PhD Student, Department of Psychology; e-mail: ksushazor@yandex.ru.

**Abstract.** The article presents psychological characteristics (namely, neurotic complaints, the severity of alexithymia, the structure of subjective control level and self-esteem parameters) of women employees of non-departmental security of the Ministry of Internal Affairs. The study involved 90 women (length of employment in the Ministry of Internal Affairs from 7 to 15 years) who were found fit for military service. Clinical psychology method and psychological tests («The questionnaire of neurotic disorders», «Toronto alexithymia scale», «The questionnaire of personal subjective control level evaluation», Dembo-Rubinstein technique) were used. Significant differences were found between women employees with severe somatic complaints (without differentiation of particular syndromes) and their healthy coworkers. Discovered psychological characteristics of women with maladjustment risk factors manifest as more expressed neurotic personality traits: low behavioral control, affectability, reduced understanding of the interpersonal relationships nuances, reduced criticism of their behavior acceptance, as well as more severe alexithymia. However, the obtained results do not exceed normal limits. Also, these women tend to attribute responsibility for their career and health to external circumstances rather than themselves, along with overestimation of their health, character and abilities. The conclusion was made about the necessity of psychoprophylactic measures.

**Keywords:** extreme psychology, lawenforcement officers, mental adaptation, pnenosological disorders, psychoprophylaxis.

### References

1. Aleksandrovskii Yu. A. Sostoyaniya psikhicheskoi dezadaptatsii i ikh kompensatsiya [States of mental maladjustment and their compensation]. Moskva. 1976. 272 p. (In Russ.)
2. Bezchasnyi K. V. Psikhologicheskie i somato-vegetativnye kharakteristiki u sotrudnikov MVD, vypolnyayushchikh boevye zadachi v osobykh usloviyakh [The psychological and somatic-vegetative characteristics of the employees of the Ministry of Internal Affairs performing combat missions under special conditions]: Abstract dissertation PhD Med. Sci. Sankt-Peterburg. 2005. 26 p. (In Russ.)
3. Bobrova I. A. Psikhologicheskie osobennosti lichnosti zhenshchin-sotrudnikov organov vnutrennikh del MVD Rossii [Psychological personality characteristics of women employees of Ministry of Internal Affairs of Russia]: Abstract dissertation PhD Med. Sci. Sankt-Peterburg. 2005. 18 p. (In Russ.)
4. Vasserman L. I., Karvasarskii B. D., Ababkov V. A. [et al.]. Psikhodiagnosticheskaya metodika dlya opredeleniya nevroticheskikh i nevrozopodobnykh narushenii (ONR) [Psychodiagnostic methods for the determination of neurotic and neurosis-like disorders]. Sankt-Peterburg. 1998. 38 p. (In Russ.)
5. Vertyachikh N. N. Sotsial'no-demograficheskie faktory narushenii psikhicheskoi adaptatsii [Socio-demographic factors of mental adaptation disorders]. *Zhurnal publikatsii aspirantov i doktorantov* [Magazine of graduate and doctoral students publications]. 2010. N4. URL: <http://jurnal.org/articles/2010/psih6.html>. (In Russ.)
6. Eres'ko D. B., Isurina G. L., Kaidanovskaya E. V. [et al.]. Aleksitimiya i metody ee opredeleniya pri pogranichnykh psikhosomaticheskikh rasstroistvakh [Alexithymia and methods for its determination in borderline psychosomatic disorders]. Sankt-Peterburg 1994. 17 p. (In Russ.)
7. Kruglov A. G., Myagkikh N. I., Shutko G. V. Mediko-psikhologicheskie posledstviya deyatel'nosti sotrudnikov organov vnutrennikh del v osobykh usloviyakh Severo-Kavkazskogo regiona [Medical and psychological effects of law enforcement officers activity under special conditions in North Caucasus region]. *Meditsinskii vestnik MVD* [MIA Medical Bulletin]. 2004. N4. Pp. 43–47. (In Russ.)
8. Myagkikh N. I. Faktor zdorov'ya kak sovremennaya osnova organizatsii mediko-psikhologicheskogo obespecheniya deyatel'nosti OVD [Health factor as the basis of modern organization of medical and psychological support for the activity of the internal affairs bodies]. *Meditsinskii vestnik MVD* [MIA Medical Bulletin]. 2007. N3. Pp. 10–12. (In Russ.)
9. Prikhozhan A. M. Primenenie metodov pryamogo otsenivaniya v rabote shkol'nogo psikhologa [Application of the direct evaluation methods in school psychologists' work]. *Nauchno-metodicheskie osnovy ispol'zovaniya v shkol'noi psikhologicheskoi sluzhbe konkretnykh psikhodiagnosticheskikh metodik* [Research and methodological bases for use of specific psychodiagnostic instruments in school psychological service]: collection of scientific works. Moskva. 1988. Pp. 110–128. (In Russ.)
10. Rean A. A. Psikhologiya izucheniya lichnosti [Psychology of personality studying]. Sankt-Peterburg. 1999. 288 p.
11. Semichov S. B. Predbolezennyye psikhicheskie rasstroistva [Premorbid mental disorders]. Leningrad. 1987. 184 p. (In Russ.)
12. Khaibullina A. A. Sostoyanie neirogumoral'noi regulyatsii i metaboliicheskikh narushenii u rabotnikov nervno-napryazhennogo truda [Neurohumoral regulation and metabolic disorders in those working under nervous stress]: Abstract dissertation PhD Med. Sci. Moskva. 2003. 24 p. (In Russ.)

Received 09.04.2016

**For citing.** Denisova K.S. Psikhologicheskie osobennosti zhenshchin-sotrudnikov vnevedomstvennoy ohrany s narusheniyami somaticheskogo zdorov'ya donozologicheskogo urovnya *Med.-biol. i sots.-psikhol. probl. bezopasnosti v chrezv. situatsiyakh*. 2016. N 2. Pp. 116–120. (In Russ.)

Denisova K.S. Psychological characteristics of women employees of non-departmental security with risk factors for mental maladjustment. *Medical-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2016. N 2. Pp. 116–120.

## ЕЩЁ РАЗ О ТЕРМИНАХ, ОПРЕДЕЛЕНИЯХ И КРИТЕРИЯХ В ТОКСИКОЛОГИИ

Всероссийский центр медицины катастроф «Защита» (Россия, Москва, ул. Щукинская, д. 5)

Рассмотрены понятия, определения и термины, так или иначе относящиеся к здоровью человека. Имеющиеся в них некоторые различия и даже противоречия связаны с наблюдающейся (ведомственной и даже внутриведомственной) разобщенностью учреждений и специалистов. Показана необходимость пересмотра и согласования понятий, определений и терминов, что будет способствовать взаимопониманию и приведет к более совершенной организации мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий химических чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: химическая авария, чрезвычайная ситуация, химическое вещество, токсичность, аварийно опасное химическое вещество.

В 1997 г. нами совместно с рядом ведущих ученых в журнале «Медицина катастроф» была опубликована статья «О терминологии при химических авариях» [12]. Публикация данной статьи была определена тем, что не только в научной литературе и методических публикациях, но и в официальных документах наблюдались недостаточная научная проработанность и обоснованность отдельных понятий и определений, путаница в терминах, используемых в клинической и экспериментальной токсикологии. Это зачастую не позволяло, в частности при ликвидации медико-санитарных последствий химических аварийных ситуаций, специалистам (особенно различных ведомств) понимать друг друга и выполнять согласованно совместные действия.

С целью создания единого понятийного аппарата во Всероссийском центре медицины катастроф «Защита» был подготовлен словарь «Основные понятия и определения медицины катастроф» [11].

Поскольку разночтения в терминах и определениях в литературе продолжали иметь место, нами по этому вопросу были опубликованы соответствующие статьи [5, 13].

Многие авторы, имея в виду химическое вещество, используют термины яд, токсикант, ксенобиотик, токсин, не вдаваясь в некоторые особенности каждого из этих определений. Мы считаем, что термин «токсин» может употребляться для белковых веществ, вырабатываемых микроорганизмами или другими низкоорганизованными организмами. По нашему мнению, более точно химическое вещество, действующее на живой организм, называть «токсичное вещество», а его свойства «токсическими».

В работе [12] было показано, что нецелесообразно называть вещества, являющиеся причиной химических аварий, «сильнодействующими и ядовитыми веществами (СДЯВ)». В настоящее время этот термин практически не используется.

Необходимо внести ясность в понятия «токсичность» и «опасность». Во многих публикациях по этим определениям наблюдается путаница. На самом деле «токсичность» должна использоваться для характеристики поражающего действия вещества на организм, а «опасность» – для оценки вероятности реального поражения. Вещество может быть токсичным, но не опасным. Опасность чаще всего связана с физико-химическими свойствами вещества (летучестью, агрегатным состоянием и др.).

В стране практически во всех отраслях, в том числе и системе МЧС России, используется термин «опасное химическое вещество» и определены критерии опасности [7]. Для веществ, являющихся причинами аварий, нами было предложено называть эти вещества «аварийно опасными химическими веществами». Примерно в это же время в системе МЧС нашел распространение, а впоследствии был представлен термин «аварийно химически опасное вещество» [9]. Нам представляется не оправданным говорить о химически опасном веществе, правильнее использовать термин «аварийно опасное химическое вещество». В данном случае перестановка одного слова меняет смысл.

Термины «отравление» и «интоксикация» используются повсеместно, не учитывая их отличия. «Отравление» (от отравы) более применим при поступлении вещества через рот, широко используется (и это оправданно)

Простакишин Геннадий Петрович – д-р мед. наук проф., зав. отд., Всерос. центр медицины катастроф «Защита» (Россия, 123182, Москва, ул. Щукинская, д. 5); e-mail: prostak@vcmk.ru.

**Прим. ред.** Данная статья опубликована в порядке дискуссии.

в центрах лечения острых отравлений [10]. Термин «интоксикация» применим для обозначения общего действия вещества на организм [1], хотя в других словарях [3] эти термины считаются равнозначными.

Нами уже указывалось [12] на несостоятельность использования критерия «токсодоза» при ингаляционных поражениях. Это действительно виртуальный показатель, не имеющий физического воплощения, который не может быть обоснован в экспериментальных исследованиях, его нельзя определить и использовать в практике. Этот критерий когда-то был внедрен в военной токсикологии и использовался в основном при проведении прогнозных расчетов. Применение данного критерия приводит к получению результатов прогнозов, отличающихся от реальных на несколько порядков.

Поражение человека при чрезвычайных ситуациях на объектах экономики и при транспортных авариях происходит только вследствие вдыхания загрязненного воздуха. Однако во всей литературе, выходящей в системе МЧС, в том числе и в виде официальных документов, используется понятие «заражение», а не «загрязнение», несмотря на наши возражения и обоснования. По нашему мнению, «заражение» должно использоваться только для оценки процессов, связанных с биологически, прежде всего микробными, явлениями.

До настоящего времени сохраняется разное понимание понятий «комбинированное и сочетанное» действие. В токсикологии под комбинированным действием [2] понимается одновременное или последовательное действие нескольких веществ при одном пути поступления. При этом, в соответствии с рекомендациями ВОЗ, говорят об аддитивном, сверх- или субаддитивном эффектах. Сочетанное же действие – это совместное действие химического и физического (реже биологического) факторов. Военная медицина, например, трактует эти понятия наоборот.

Мы все привыкли понимать под понятием «химическая защита» защиту от химического фактора. Если же вникнуть в суть данного понятия, то химическая защита должна на самом деле представлять защиту человека (населения), проводимую с использованием химических веществ.

В нашем словаре [11] было включено определение химической аварии. «Химическая авария это непланируемый и неуправляемый выброс опасных химических веществ, приводящий к загрязнению объектов окружающей

среды и поражению человека и живой природы». В ГОСТе Р 22.0.05–94 [8] приведено следующее определение химической аварии – «Химическая авария: авария на химически опасном объекте, сопровождающаяся проливом или выбросом опасных химических веществ, способная привести к гибели или химическому заражению людей, продовольствия, пищевого сырья и кормов, сельскохозяйственных животных и растений, или к химическому заражению окружающей природной среды». При сравнении этих терминов выявляются очевидные различия. Химическая авария может происходить не только на опасном химическом объекте. О термине «заражение» было сказано выше. Неясно, почему следует говорить только о гибели людей при химических авариях? Среднестатистические данные ранее произошедших аварий [6] свидетельствуют о том, что при авариях на 100 пораженных наблюдается 1 погибший, а в термине о пораженных ничего не сказано. Почему идет речь о гибели сельскохозяйственных животных и упущено влияние, например, на домашних животных или другие объекты живой природы? В литературе отсутствуют сведения о возможном загрязнении при химических авариях кормов, пищевого сырья и даже продовольствия. Мы считаем, что определение «химическая авария» должно быть пересмотрено.

Под «очагом химической аварии» мы понимаем место, где произошла авария, а территорию, на которую распространилось вещество, называем «зоной загрязнения», внутри которой находится «зона поражения», где более высокие концентрации вещества могут вызывать поражение человека.

При химических авариях со стойкими химическими веществами может происходить загрязнение кожных покровов и одежды лиц, находящихся в зоне аварии. Если эти загрязнения, вследствие десорбции вещества и попадания его в органы дыхания человека, могут приводить к поражению людей, необходимо проводить обработку загрязненных кожных покровов и одежды. Процедура обработки носит название санитарной или специальной обработки. Санитарная обработка – это помывка, а специальная обработка – это процесс с использованием специальных средств.

В 2012 г. вышел из печати «Большой энциклопедический словарь медицинских терминов» [4]. К сожалению, и в этом издании в разделе, касающемся токсикологии, сохранились многие неточности, о которых шла речь в нашей работе.



## Заключение

В настоящей публикации нами затронуты понятия, определения и термины, так или иначе относящиеся к здоровью человека. Имеющиеся в них некоторые различия и даже противоречия связаны с наблюдающейся (ведомственной и даже внутриведомственной) разобщенностью учреждений и специалистов. Очевидная необходимость пересмотра и согласования понятий, определений и терминов будет способствовать взаимопониманию и приведет к более совершенной организации мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий химических чрезвычайных ситуаций.

## Литература

1. Англо-русский глоссарий избранных терминов по профилактической токсикологии. М. : Центр междунар. проектов ГКНТ, 1982. 68 с.
2. Барышников И. И., Лойт А. О., Савченков М. Ф. Экологическая токсикология : в 2 ч. Иркутск : Изд-во Иркут. ун-та, 1991. Ч. 1. 163 с. ; Ч. 2. С. 163–282.
3. Большой толковый медицинский словарь : пер. с англ. : в 2 т. М. : Вече АСТ, 1998. Т. 1 : А–М. 590 с. ; Т. 2: Н–Я. 608 с.
4. Большой энциклопедический словарь медицинских терминов / под ред. Э. Г. Улумбекова. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2012. 2263 с.

5. Гончаров С. Ф., Простакишин Г. П. Понятия, показатели и термины, используемые при ликвидации последствий химических аварий // Проблемы анализа риска. 2014. Т. 11, № 5. С. 72–74.

6. Гончаров С. Ф., Простакишин Г. П. [и др.]. Организация медицинского обеспечения населения при химических авариях : руководство. М. : ВЦМК «Защита», 2004. 222 с.

7. ГОСТ 12.1.007-76. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. М. : Стандартиформ, 2007. 7 с.

8. ГОСТ Р 22.0.05-94. Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения. М.: Изд-во стандартов, 1995. IV, 12 с. (Безопасность в чрезвычайных ситуациях).

9. Гражданская защита: энциклопедия : в 4 т. / под общ. ред. С. К. Шойгу. М., 2015. Т. 1: А–И. 664 с. ; Т. 2: К–О. 623 с.; Т. 3: П–С. 657 с. ; Т. 4: Т–Я. 495 с.

10. Лужников Е. А. Клиническая медицина: учебник. 2-е изд. М., 1994. 256 с.

11. Основные понятия и определения медицины катастроф : словарь. М. : ВЦМК «Защита», 1997. 246 с.

12. Простакишин Г. П., Мусийчук Ю. И., Саноцкий И. В. [и др.]. О терминологии при химических авариях (в порядке дискуссии) // Медицина катастроф. 1997. № 3 (19). С. 32–36.

13. Простакишин Г. П., Сарманаев С. Х. Понятия, термины и критерии в токсикологии // Медицина катастроф. 2012. № 3 (78). С. 62–63.

Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи.

Поступила 04.12.2016

**Для цитирования.** Простакишин Г. П. Ещё раз о терминах, определениях и критериях в токсикологии // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2016. № 2. С. 121–124.

## Again about the terminology, definitions and criteria in toxicology

**Prostakishin G. P.**

All-Russian Center for Disaster Medicine «Zaschita» (Shhukinskaja Str., 5, Moscow, 123182, Russia)

Gennadij Petrovich Prostakishin – Dr. Med. Sci. Prof., Head of Department; e-mail: prostak@vcmk.ru.

**Abstract.** Notions, definitions and terminology related to human health are considered. Some differences and even contradictions result from dissociation (institutional and even interdepartmental) between institutions and specialists. The necessity to revise and coordinate notions, definitions and terminology is shown to improve management in chemical accidents response and prevention.

**Keywords:** chemical accident, emergency, the chemical, toxicity, emergency hazardous chemical substance.

## References

1. Anglo-russkii glossarii izbrannykh terminov po profilakticheskoi toksikologii [English-Russian glossary of selected terms in preventive toxicology]. Moskva. 1982. 68 p. (in Russ.)
2. Baryshnikov I. I., Loit A. O., Savchenkov M. F. Ekologicheskaya toksikologiya [Ecological Toxicology] : in 2 Part. Irkutsk. 1991. Part. 1. 163 p. ; Part 2. 163–282 p. (in Russ.)
3. Bol'shoi tolkovyi meditsinskii slovar' [Concise medical dictionary]. Moskva. 1998. Vol. 1: A–M. 590 p. ; Vol. 2: N–Ya. 608 p. (in Russ.)

4. Bol'shoi entsiklopedicheskii slovar' meditsinskikh terminov [Large encyclopedic dictionary of medical terms]. Ed. E. G. Ulumbekov. Moskva. 2012. 2263 p. (in Russ.)
5. Goncharov S. F., Prostackishin G. P. Ponyatiya, pokazateli i terminy, ispol'zuemye pri likvidatsii posledstviy khimicheskikh avariiv [Concepts, indicators and terms used during mitigation of consequences of chemical accidents]. *Problemy analiza riska* [Issues of risk analysis]. 2014. Vol. 11, N 5. Pp. 72–74. (in Russ.)
6. Goncharov S. F., Prostackishin G. P. [et al.]. Organizatsiya meditsinskogo obespecheniya naseleniya pri khimicheskikh avariayah [Health care delivery for population in chemical accidents]. Moskva. 2004. 222 p. (in Russ.)
7. GOST 12.1.007–76. Vrednye veshchestva. Klassifikatsiya i obshchie trebovaniya bezopasnosti [Harmful substances. Classification and general safety requirements]. Moskva. 2007. 7 p. (in Russ.)
8. GOST R 22.0.05–94. Tekhnogennye chrezvychainye situatsii. Terminy i opredeleniya [Man-made disasters. Terms and definitions]. Moskva. 1995. IV, 12 p. (Bezopasnost' v chrezvychainykh situatsiyakh) [Safety in emergency situations]. (in Russ.)
9. Grazhdanskaya zashchita: entsiklopediya [Civil protection: encyclopedia] : in 4 Vol. Ed. S.K. Shoigu. Moskva. 2015. Vol. 1: A–I. 664 p. ; Vol. 2: K–O. 623 p. ; Vol. 3: P–S. 657 p. ; Vol. 4: T–Ya. 495 p. (in Russ.)
10. Luzhnikov E. A. Klinicheskaya meditsina [Clinical medicine]. Moskva. 1994. 256 p. (in Russ.)
11. Osnovnye ponyatiya i opredeleniya meditsiny katastrof [Main concepts and definitions of disaster medicine]. Moskva. 1997. 246 p. (in Russ.)
12. Prostackishin G. P., Musiichuk Yu. I., Sanotskii I. V. [et al.]. O terminologii pri khimicheskikh avariayah (v poryadke diskussii) [About terminology in chemical accidents (discussion)]. *Meditsina katastrof* [Disaster medicine]. 1997. N 3. Pp. 32–36. (in Russ.)
13. Prostackishin G. P., Sarmanaev S. Kh. Ponyatiya, terminy i kriterii v toksikologii [Concepts, terms and criteria in toxicology]. *Meditsina katastrof* [Disaster medicine]. 2012. N 3. Pp. 62–63. (in Russ.)

Received 04.12.2015

**For citing.** Prostackishin G. P. Eshho raz o terminah, opredeleniyah i kriteriyah v toksikologii. *Med.-biol. i sots.-psikhol. probl. bezopasnosti v chrezv. situatsiyakh*. 2016. N 2. Pp. 121–124. **(In Russ.)**

Prostackishin G. P. Again about the terminology, definitions and criteria in toxicology. *Medical-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2016. N 2. Pp. 121–124.



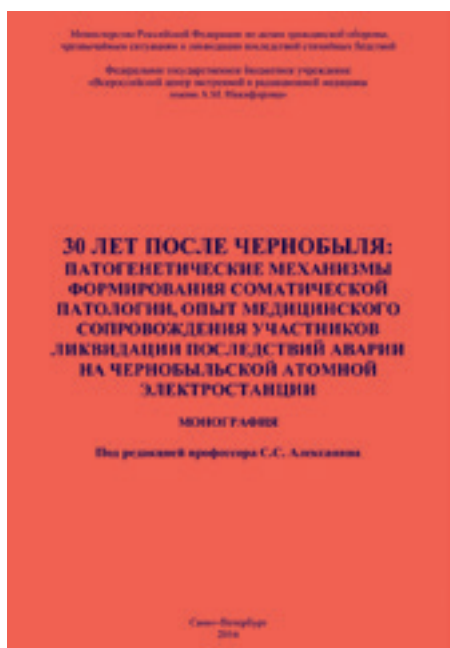
Практическое руководство по использованию медицинских средств противорадиационной защиты при чрезвычайных ситуациях и обеспечению ими аварийных медико-санитарных формирований и региональных аварийных центров / Гребенюк А. Н., Легеза В. И., Гладких В. Д., Тимошевский А. А., Назаров В. Б. ; Науч.-производ. центр «Фармзащита» Федер. мед.-биол. аг-ва России. – М. : Комментарий, 2015. – 304 с.  
ISBN 978-5-94822-078-9.

Представлены современные возможности медикаментозной профилактики и терапии радиационных поражений, а также методические подходы к формированию резерва медицинских средств противорадиационной защиты для ликвидации медико-санитарных последствий радиационных аварий и катастроф.

Изложены особенности организации медицинского обеспечения населения в условиях чрезвычайных ситуаций радиационной природы, показана роль и место медицинской противорадиационной защиты в системе мероприятий медицинской службы на этапах медицинской эвакуации, приведены алгоритмы оказания медицинской помощи пораженным, образцы форм специальной медицинской карты и карты предварительного гигиенического расследования радиационной аварии. Рассмотрены нормативно-правовые аспекты медицинского обеспечения населения в условиях чрезвычайных ситуаций, современные подходы к профилактике и лечению лучевой патологии с учетом особенностей различных клинических форм радиационных поражений и этапности оказания медицинской помощи. Обобщены существующие представления о фармакологических свойствах медикаментозных препаратов, формирующих современную систему медицинской противорадиационной защиты – средств профилактики лучевых поражений, лечебно-профилактических противолучевых средств, средств госпитальной терапии острых радиационных поражений. Представлены номенклатура и минимальные объемы содержания лекарственных препаратов и медицинских изделий в резервах медицинских средств для ликвидации медико-санитарных последствий чрезвычайных ситуаций радиационной природы, даны варианты комплектования аварийных медицинских упаковок для врачебно-сестринских бригад и медицинских учреждений, участвующих в оказании медицинской помощи пострадавшим из очагов радиационных поражений.

Руководство предназначено для обеспечения практической деятельности медицинского персонала здравпунктов АЭС, аварийных радиологических бригад, медицинских отрядов специального назначения, медико-санитарных частей, специализированных медицинских центров и госпиталей, а также для подготовки научно-педагогических работников и медицинских специалистов в системе послевузовского и дополнительного профессионального образования.

## Вышла в свет монография



30 лет после Чернобыля: патогенетические механизмы формирования соматической патологии, опыт медицинского сопровождения участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции : монография / [Алексанин С. С., Астафьев О. М., Бардышева Н. А. и др.] ; под ред. С.С. Алексанина ; Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А. М. Никифорова МЧС России. – СПб. : Политехника-принт, 2016. – 506 с.

ISBN 978-5-906841-21-6. Тираж 500 экз.

Монография является результатом многолетних исследований коллектива Всероссийского центра экстренной и радиационной медицины им. А. М. Никифорова МЧС России по изучению проблемы медицинских последствий аварии на Чернобыльской АЭС в отдаленном периоде. Обобщены данные об особенностях и патогенетических механизмах формирования соматической патологии у участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС, а также опыт оказания им специализированной, в том числе высокотехнологичной медицинской помощи. Особое внимание уделено инновационным технологиям лабораторной диагностики и лечения соматической патологии, экспертизе состояния здоровья участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС в отдаленном периоде.

Научное издание подготовлено в рамках Программы совместной деятельности по преодолению последствий Чернобыльской катастрофы на период до 2016 г. Она предназначена для широкого круга специалистов – кардиологов, пульмонологов, неврологов, терапевтов, хирургов, радиологов, специалистов функциональной, лучевой и лабораторной диагностики, организаторов здравоохранения.

ISSN 1995-4441



9 771995 444780 >