



ISSN 2413-5747 (print)

ISSN 2587-7828 (online)

Научно-практический
рецензируемый журнал

Морская Медицина

Marine Medicine

Том 6

2020

№ 4



ВЫБОР РЕДАКЦИИ

**ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПИЩЕВЫЕ
ПРОДУКТЫ В ПИТАНИИ
МОРЯКОВ ВМФ:
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

В. И. Мизин, А. С. Иващенко, В. В. Ежов,
Г. Н. Пономаренко, А. А. Михайлов

стр. 19–28

**НЕОБХОДИМЫЙ ОБЪЕМ ВЫБОРКИ
ДЛЯ СРАВНЕНИЙ СРЕДНИХ
ВЕЛИЧИН В ДВУХ ПАРНЫХ
ГРУППАХ**

А. М. Гржибовский, М. А. Горбатова,
А. Н. Наркевич, К. А. Виноградов

стр. 82–88



НИИ МИКРОПРИБОРОВ

Акционерное общество «Научно-производственный центр «НИИ Микроприборов», г. Москва, является лидирующим российским предприятием по разработке и производству светодиодных осветительных приборов для морских, авиационных и космических транспортных средств. Для оснащения кораблей и судов Военно-Морского Флота предприятием разработаны и серийно выпускаются современные энергосберегающие светодиодные приборы нового поколения серии «ССД», в том числе с управлением световым потоком:

— светильники общего освещения: ССД50Р–60, ССД50Р–60У, ССД50Р–80, ССД500, ССД510, ССД510У, ССД510М;

— светильники местного освещения: ССД41–20, ССД41–50, ССД41–60, ССД50Р–20, ССД50Р–40, ССД530;

— светильники аварийного освещения: ССД520, ССД520–20;

— светильники палубного освещения: ССД49–20;

— прожекторы заливающего света: ССД600–О, ССД600–Л, ССД600–С;

— сигнально-отличительные фонари: ССД620;

— фонарь ручной переносной: ССД540;

— гирлянды корабельные светодиодные: ССД555.



Осветительные приборы серии «ССД»:

— соответствуют медико-техническим требованиям ВМФ к диодным светильникам для корабельных помещений;

— имеют допуск к применению в обитаемых и необитаемых помещениях на кораблях и судах ВМФ;

— приняты на снабжение МО РФ;

— входят в «Типовой Табель снабжения ВВСТ ВМФ»;

— выпускаются с категорией качества «ВП».

124498, г. Москва, г. Зеленоград, Георгиевский проспект, дом 5, строение 1
Телефон: +7 (499) 731-96-61; факс: +7(499) 731-96-50; e-mail: info@nii-mp.ru

Научно-практический рецензируемый журнал Морская медицина

Учредители: Балтийский медицинский образовательный центр
ФГБНУ «Институт экспериментальной медицины»
ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет»
Минздрава России

Главный редактор:
Мосягин Игорь Геннадьевич

доктор медицинских наук, профессор, начальник медицинской службы Главного командования Военно-Морского Флота, председатель секции по морской медицине Научно-экспертного совета Морской коллегии при Правительстве Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

Заместитель главного редактора:

Закревский Юрий Николаевич

доктор медицинских наук, Мурманский арктический государственный университет, г. Мурманск, Россия

Ответственный секретарь:

Симакина Ольга Евгеньевна

кандидат биологических наук, Институт экспериментальной медицины, Санкт-Петербург, Россия

Подписной индекс: Агентство «Роспечать» 58010

Зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций
Номер свидетельства: ПИ № ФС 77-73710 от 05.10.2018 г.

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных журналов ВАК для опубликования основных научных результатов диссертаций, международную справочную систему по периодическим и продолжающимся изданиям Ulrich's Periodical Directory, базы данных Global Health, CAB Abstracts, Google Scholar, EBSCO, реферативный журнал и базу данных ВИНТИ

Key title: Morskaâ medicina
Abbreviated key title: Morsk. med.

Адрес редакции и издательства —
«Балтийский медицинский образовательный центр»: 191024,
г. Санкт-Петербург, пр. Невский, д. 137,
лит. А, пом. 22-Н, офис 10 г.
Сайт: <http://seamed.bmoc-spb.ru/jour>
e-mail: ooo.bmoc@mail.ru



Том 6
2020 №4

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ

- Баринов Владимир Александрович* — д.м.н., профессор, Институт токсикологии Федерального медико-биологического агентства, Санкт-Петербург, Россия
- Беляков Николай Алексеевич* — д.м.н., профессор, Заслуженный деятель науки РФ, академик РАН, Северо-Западный окружной центр по профилактике и борьбе со СПИД на базе Санкт-Петербургского научно-исследовательского института эпидемиологии и микробиологии им. Пастера Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия
- Гржибовский Андрей Мечиславович* — доктор медицины, Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск, Россия
- Гудков Андрей Борисович* — д.м.н., профессор, Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск, Россия
- Давид Лукас* — доктор медицины Французского Общества Морской Медицины, Брест, Франция
- Дворянчиков Владимир Владимирович* — д.м.н., профессор, Заслуженный врач РФ, врач высшей категории, Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия
- Дон Элисео Лусеро Присно III* — доцент общественного здравоохранения Департамент общественного здравоохранения, Сианьский университет Цзяотун-Ливерпуль, Сучжоу, провинция Цзянсу, Китай
- Иванова Нанули Викторовна* — д.м.н., профессор, Медицинская академия им. С. И. Георгиевского Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского Российской Федерации, г. Симферополь, Россия
- Ивануса Сергей Ярославович* — д.м.н., профессор, Заслуженный врач РФ, Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия
- Касаткин Валерий Иванович* — д.м.н., профессор, Научно-исследовательский институт кораблестроения и вооружения Военно-Морского Флота Военного учебно-научного центра Военно-морского флота «Военно-морская академия им. Н. Г. Кузнецова», Санкт-Петербург, Россия
- Котив Богдан Николаевич* — д.м.н., профессор, член-корреспондент РАН, Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия
- Крутиков Евгений Сергеевич* — д.м.н., профессор, Медицинская академия им. С. И. Георгиевского Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского Российской Федерации, г. Симферополь, Россия
- Крюков Евгений Владимирович* — д.м.н. профессор, член-корреспондент РАН, Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия
- Кузнецов Александр Николаевич* — д.б.н., Совместный Российско-Вьетнамский Тропический научно-исследовательский и технологический центр «Тропический центр», г. Ханой, Вьетнам
- Литвиненко Игорь Вячеславович* — д.м.н., профессор, Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия
- Лобзин Юрий Владимирович* — д.м.н., профессор, академик РАН, Заслуженный деятель науки РФ, Научно-исследовательский институт детских инфекций Федерального медико-биологического агентства, Санкт-Петербург, Россия
- Мирошниченко Юрий Владимирович* — д.фарм.н., профессор, Заслуженный работник здравоохранения РФ, Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия
- М. Луиза Канал Пол-Луна* — доктор медицины и хирургии (PhD), специалист по производственной медицине и морскому здравоохранению, Университет Кадиса, г. Кадис, Испания
- Мясников Алексей Анатольевич* — д.м.н., профессор, Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия
- Олаф Крестен Йенсен* — старший научный сотрудник, врач, магистр общественного здравоохранения, Университет Южной Дании, г. Эсбьерг, Дания
- Парцернак Сергей Александрович* — д.м.н., профессор, Городская больница № 15, Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия
- Педро Ногеролес Алонсо Де Ла Сьерра* — профессор Профилактической Медицины, Общественного здравоохранения и Морской Медицины Испанского Общества Морской Медицины, Испания
- Петреев Игорь Витальевич* — д.м.н., профессор, Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия
- Пономаренко Геннадий Николаевич* — д.м.н., профессор, Федеральный научный центр реабилитации инвалидов имени Г. А. Альбрехта, Санкт-Петербург, Россия
- Рассохин Вадим Владимирович* — д.м.н., Институт экспериментальной медицины, Санкт-Петербург, Россия
- Романович Иван Константинович* — д.м.н., профессор, член-корреспондент РАН, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены им. профессора П. В. Рамазова Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия
- Симбирцев Андрей Семенович* — д.м.н., профессор, член-корреспондент РАН, Государственный научно-исследовательский институт особо чистых био-препаратов Федерального медико-биологического агентства России, Санкт-Петербург, Россия
- Соловьев Иван Анатольевич* — д.м.н., профессор, Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия
- Тарих Гальян* — доктор медицины Марокканского Общества Морской Медицины, Танжер, Марокко
- Черкашин Дмитрий Викторович* — д.м.н., профессор, Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА

- Азаров Игорь Иванович* — к.м.н., Главное военно-медицинское управление Министерства обороны РФ, Москва, Россия
- Александрин Сергей Сергеевич* — д.м.н., профессор, член-корреспондент РАН, Заслуженный врач РФ, Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А. М. Никифорова МЧС России, Санкт-Петербург, Россия
- Багненко Сергей Федорович* — д.м.н., профессор, академик РАН, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова, Санкт-Петербург, Россия
- Горбатова Любовь Николаевна* — д.м.н., профессор, Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск, Россия
- Денисенко Илона Валерьевна* — мастер в морской медицине, Международная ассоциация морского здравоохранения, г. Антверпен, Бельгия
- Евстафьева Елена Владимировна* — д.м.н., профессор, Заслуженный деятель науки и техники Республики Крым, академик Крымской Академии наук, Медицинская академия им. С. И. Георгиевского Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского Российской Федерации, г. Симферополь, Россия
- Казакевич Елена Владимировна* — д.м.н., профессор, Северный медицинский центр им. Н. А. Семашко Федерального медико-биологического агентства, г. Архангельск, Россия
- Комаревцев Владимир Николаевич* — д.м.н., профессор, Всероссийский центр медицины катастроф «Защита», Москва, Россия
- Лобзин Сергей Владимирович* — д.м.н., профессор, Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия
- Овчинников Юрий Викторович* — д.м.н., профессор, Медицинский учебно-научный клинический центр им. П. В. Мандрыка, Москва, Россия
- Попова Анна Юрьевна* — д.м.н., профессор, Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Москва, Россия
- Попов Владимир Викторович* — д.м.н., профессор, Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск, Россия
- Симоненко Владимир Борисович* — д.м.н., профессор, член-корреспондент РАН, Заслуженный деятель науки РФ, Заслуженный врач РФ, Медицинский учебно-научный клинический центр им. П. В. Мандрыка, Москва, Россия
- Софронов Генрих Александрович* — д.м.н., профессор, академик РАН, Заслуженный деятель науки РФ, Институт экспериментальной медицины, Санкт-Петербург, Россия
- Уйба Владимир Викторович* — д.м.н., профессор, Заслуженный врач Российской Федерации, Администрация Республики Коми, г. Сыктывкар, Россия
- Чечеткин Александр Викторович* — д.м.н., профессор, Российский научно-исследовательский институт гематологии и трансфузиологии Федерального медико-биологического агентства, Санкт-Петербург, Россия

ISSN 2413-5747 (print)
ISSN 2587-7828 (online)
<http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747>

Scientific peer-reviewed journal

Morskaya Meditsina

(Marine Medicine)

Founded by: Baltic Medical Educational Center

Institute of Experimental Medicine

Northern State Medical University of the Ministry of Health
of the Russian Federation

Editor-in-Chief:

Mosyagin, Igor Gennadiyevich

Dr. of Sci (Med.), Professor, Head of the Medical Service of Navy Headquarters of the Russian Federation, Chairman of the Marine Medicine section of the Scientific Expert Council of the Maritime College under the Government of the Russian Federation (St. Petersburg, Russia)

Deputy Editor-in-Chief:

Zakrevskiy, Yuriy Nikolaevich

Dr. of Sci. (Med), Murmansk Arctic State University, Murmansk, Russia

Executive Secretary:

Simakina, Olga Evgenyevna

Cand. of Sci. (Biol.); Institute of Experimental Medicine (St. Petersburg, Russia)

Subscription index of Rospechat Agency: 58010

The journal Morskaya Meditsyna is registered by The Federal Agency for Surveillance in the Sphere of Communication, Informational Technologies, and Mass Media
Certificate PI № FS 77-73710 of 05.10.2018

The journal is included in the List of reviewed scientific journals of higher attestation Commission for publication of basic scientific results, the international reference system for periodicals and serials Ulrich's Periodical Directory, databases, Global Health, CAB Abstracts, Google Scholar, EBSCO, abstract journal and database VINITI

Key title: Morskaya Meditsina
Abbreviated key title: Morsk. Med.

Address of the editorial office and publishing house («Baltic Medical Educational Center»): 10 g of., 22-N room, block A of 137 Nevskiy Prospekt, Saint-Petersburg 191024, Russia
URL: <http://seamed.bmoc-spb.ru/jour>
e-mail: ooo.bmoc@mail.ru



Vol. 6
2020 № 4

EDITORIAL BOARD

- Barinov, Vladimir Aleksandrovich** — Dr. of Sci. (Med.), Professor, Institute of Toxicology of the Federal Medico-Biological Agency (St. Petersburg, Russia)
- Belyakov, Nikolai Alekseyevich** — Dr. of Sci. (Med.), Professor, Honored Man of Science of the Russian Federation, Full Member of the Russian Academy of Sciences; Northwest Regional Center for Control and Prevention of AIDS and Infectious Diseases at Pasteur Institute of Epidemiology and Microbiology (St. Petersburg, Russia)
- Grjibovski, Andrei Mechislavovich** — Dr. of Sci. (Med.); Northern State Medical University (Arkhangelsk, Russia)
- Gudkov, Andrei Borisovich** — Dr. of Sci. (Med.), Professor, Northern State Medical University (Arkhangelsk, Russia)
- Dvorianchikov, Vladimir Vladimirovich** — Dr. of Sci. (Med.), Professor, Honored Doctor of the Russian Federation, S. M. Kirov Military Medical Academy (St. Petersburg, Russia)
- Don Eliseo Lucero-Prisno III** — Associate Professor of Public Health Department of Public Health, Xi'an Jiaotong-Liverpool University, Suzhou, Jiangsu Province, China
- Dr. David Lucas** — Doctor of Medicine Université de Bretagne Occidentale French Society of Maritime Medicine Brest, France
- Ivanova, Nanuli Viktorovna** — Dr. of Sci. (Med.), Professor, S.I. Georgiyevskiy Medical Academy, V. I. Vernadsky Crimean Federal University (Simferopol, Russia)
- Ivanusa, Sergei Yaroslavovich** — Dr. of Sci. (Med.), Professor, Honored Doctor of the Russian Federation, S. M. Kirov Military Medical Academy (St. Petersburg, Russia)
- Kasatkin, Valeriy Ivanovich** — Dr. of Sci. (Med.), Professor, Research Institute of Shipbuilding and Armament, N. G. Kuznetsov Navy Academy (St. Petersburg, Russia)
- Kotiv, Bogdan Nikolaevich** — Dr. of Sci. (Med.), Professor, Corresponding member of the Russian Academy of Sciences, S. M. Kirov Military Medical Academy (St. Petersburg, Russia)
- Krutikov, Evgeniy Sergeevich** — Dr. of Sci. (Med.), Professor, S. I. Georgiyevskiy Medical Academy, V. I. Vernadsky Crimean Federal University (Simferopol, Russia)
- Kriukov, Yevgeny Vladimirovich** — Dr. of Sci. (Med.), Professor, S. M. Kirov Military Medical Academy (St. Petersburg, Russia)
- Kuznetsov, Alexander Nikolaevich** — Dr. of Sci. (Biol.) Joint Russian-Vietnamese Tropical Research and Technology Center Tropical Center, Hanoi, Vietnam
- Litvinenko, Igor Viacheslavovich** — Dr. of Sci. (Med.), Professor, S. M. Kirov Military Medical Academy (St. Petersburg, Russia)
- Lobzin, Yuri Vladimirovich** — Dr. of Sci. (Med.), Professor, Full Member of the Russian Academy of Sciences, Honored Man of Science of the Russian Federation; Research Institute of Children Infections (St. Petersburg, Russia)
- Miroshnichenko, Yuri Vladimirovich** — Dr. of Sci. (Pharm.), Professor, Honored Officer of Public Health of the Russian Federation; S. M. Kirov Military Medical Academy (St. Petersburg, Russia)
- M. Luisa Canals Pol-Lina** — Cand. of Sci. (Med.) in Medicine and Surgery, Specialist in Occupational Medicine. Maritime Health. SEMM/IMHA, Universidad de Cádiz, Cadiz, Spain
- Miasnikov, Aleksei Anatolyevich** — Dr. of Sci. (Med.), Professor, S. M. Kirov Military Medical Academy (St. Petersburg, Russia)
- Olaf Chresten Jensen** — Senior Researcher, Dr. of Sci. (Med.), MPH, Center of Maritime Health and Society, Esbjerg, Denmark
- Partserniak, Sergei Aleksandrovich** — Dr. of Sci. (Med.), Professor, Municipal Hospital No. 15, I. I. Mechnikov Northwest Medical University (St. Petersburg, Russia)
- Pedro J. Nogueroles Alonso de la Sierra** — Dr. of Sci. (Med.), Preventive Medicine and Public Health, Maritime Medicine Spanish Society of Maritime Medicine Cadiz University, Spain
- Petreev, Igor Vitalyevich** — Dr. of Sci. (Med.), Professor; S. M. Kirov Military Medical Academy (St. Petersburg, Russia)
- Ponomarenko, Gennadiy Nikolayevich** — Dr. of Sci. (Med.), Professor, G. A. Albrekht Science and Practice Center for Disabled People Expertise, Prosthetics and Rehabilitation (St. Petersburg, Russia)
- Rassokhin, Vadim Vladimirovich** — Dr. of Sci. (Med.), Research Institute of Experimental Medicine (St. Petersburg, Russia)
- Romanovich, Ivan Konstantinovich** — Dr. of Sci. (Med.), Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences; P. V. Ramzayev Research Institute of Radiation Hygiene (St. Petersburg, Russia)
- Simbirtsev, Andrei Semenovich** — Dr. of Sci. (Med.), Professor, Corresponding member of the Russian Academy of Sciences; Sate Research Institute of Highly Pure Biopreparations (St. Petersburg, Russia)
- Solovyev, Ivan Anatolyevich** — Dr. of Sci. (Med.), Professor, S. M. Kirov Military Medical Academy (St. Petersburg, Russia)
- Tarik Ghailan** — Dr. of Sci. (Med.), Moroccan Society of Maritime Medicine Tangier, Morocco
- Cherkashin, Dmitri Viktorovich** — Dr. of Sci. (Med.), Professor, S. M. Kirov Military Medical Academy (St. Petersburg, Russia)

ADVISORY BOARD

- Azarov, Igor Ivanovich** — Cand. of Sci. (Med.); Head Military Medical Administration of the Ministry of Defense of the Russian Federation (Moscow, Russia)
- Aleksanin, Sergei Sergeevich** — Dr. of Sci. (Med.), Professor, Corresponding member of the Russian Academy of Sciences, Honored Doctor of the Russian Federation; A. M. Nikiforov All-Russia Center for Emergency and Radiation Medicine MES of Russia (St. Petersburg, Russia)
- Bagnenko, Sergei Fedorovich** — Dr. of Sci. (Med.), Professor, Full Member of the Russian Academy of Sciences; I. P. Pavlov First State Medical University of Saint Petersburg (St. Petersburg, Russia)
- Gorbatova, Liubov Nikolayevna** — Dr. of Sci. (Med.), Professor, Northern State Medical University (Arkhangelsk, Russia)
- Denisenko, Ilona Valeryevna** — Magister in Marine Medicine; International Maritime Health Association (Antwerpen, Belgium)
- Yevstafyeva, Elena Vladimirovna** — Dr. of Sci. (Med.), Professor, Honored Worker of Science and Technology of the Republic of Crimea, Academician of the Crimean Academy of Sciences, S. I. Georgiyevskiy Medical Academy, V. I. Vernadsky Crimean Federal University (Simferopol, Russia)
- Kazakevich, Yelena Vladimirovna** — Dr. of Sci. (Med.), Professor, N. A. Semashko Northern Medical Center (Arkhangelsk, Russia)
- Komarevtsev, Vladimir Nikolayevich** — Dr. of Sci. (Med.), Professor, Institute of Medico-Biological Problems (Moscow, Russia)
- Lobzin, Sergei Vladimirovich** — Dr. of Sci. (Med.), Professor, I. I. Mechnikov Northwest Medical University (Saint Petersburg, Russia)
- Ovchinnikov, Yuri Viktorovich** — Dr. of Sci. (Med.), Professor; P. V. Mandryka Medical Clinical Center for Research and Education (Moscow, Russia)
- Popova, Anna Yryevna** — Dr. of Sci. (Med.), Professor, Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare, Moscow, Russia
- Popov, Vladimir Viktorovich** — Dr. of Sci. (Med.), Professor, Northern State Medical University (Arkhangelsk, Russia)
- Simonenko, Vladimir Borisovich** — Dr. of Sci. (Med.), Professor, Corresponding member of the Russian Academy of Sciences, Honored Man of Science of the Russian Federation, Honored Doctor of the Russian Federation; P. V. Mandryka Medical Clinical Center for Research and Education (Moscow, Russia)
- Sofronov, Genrikh Aleksandrovich** — Dr. of Sci. (Med.), Professor, Full Member of the Russian Academy of Sciences, Honored Man of Science of the Russian Federation; Research Institute of Experimental Medicine (St. Petersburg, Russia)
- Uiba, Vladimir Viktorovich** — Dr. of Sci. (Med.), Professor, Honored doctor of the Russian Federation, Administration of the Komi Republic (Syktyvkar, Russia)
- Chechetkin, Aleksandr Viktorovich** — Dr. of Sci. (Med.), Professor, Research Institute of Hematology and Blood Transfusion (St. Petersburg, Russia)

Содержание

ОБЗОРЫ

- НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ ВМФ7
А. Г. Зайцев, П. А. Сошкин, Д. С. Забродский
- ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПИЩЕВЫЕ ПРОДУКТЫ В ПИТАНИИ МОРЯКОВ
 ВОЕННО-МОРСКОГО ФЛОТА: ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ19
В. И. Мизин, А. С. Иващенко, В. В. Ежов, Г. Н. Пономаренко, А. А. Михайлов

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ**ВЛИЯНИЕ МОРСКОГО КЛИМАТА**

- ФАКТОРЫ НЕСПЕЦИФИЧЕСКОЙ РЕЗИСТЕНТНОСТИ У ЖИТЕЛЕЙ
 МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ И РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ29
В. И. Демидов, А. А. Троценко, Ю. Н. Закревский, Л. В. Милякова

ФИЗИОЛОГИЯ, ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ И ЭРГОНОМИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

- КЛИНИКО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АДАПТАЦИИ
 СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ МОРЯКОВ ПРИ АВТОНОМНОМ ПЛАВАНИИ38
Е. В. Малинина, Н. М. Кондрашова, В. Н. Котельников, Е. В. Геращенко

ВОДОЛАЗНАЯ МЕДИЦИНА

- УСТОЙЧИВОСТЬ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА К ДЕЙСТВИЮ ВЫСОКИХ
 ПАРЦИАЛЬНЫХ ДАВЛЕНИЙ АЗОТА И МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЕЁ ОЦЕНКИ44
Д. П. Зверев, И. Р. Кленков, А. А. Мясников, А. Ю. Шитов, А. В. Фисун, А. В. Старков, К. В. Логунов

ВОПРОСЫ ОХРАНЫ ЗДОРОВЬЯ СПЕЦИАЛИСТОВ МОРСКОЙ ОТРАСЛИ

- СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ УГЛЕВОДНОГО ОБМЕНА
 И ТИАМИНОВОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ У ПЛАВСОСТАВА СЕВЕРНОГО ВОДНОГО
 БАССЕЙНА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПЕЦИФИКИ РАБОТЫ, ВОЗРАСТА
 И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТАЖА54
Т. Б. Петрова, Ф. А. Бичкаева

ВОЕННО-МОРСКАЯ МЕДИЦИНА

- АНАЛИЗ ПЕРВИЧНОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ
 ПО ПРИЗЫВУ ВОЕННО-МОРСКОГО ФЛОТА И СУХОПУТНЫХ ВОЙСК
 РОССИИ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 10 ЛЕТ (2010–2019 гг.)63
В. И. Евдокимов, П. П. Сиващенко

ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ

- ГЕЛИЕВЫЙ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ «РЕКРУТМЕНТ» ЛЕГОЧНЫХ АЛЬВЕОЛ
 В ПРЕДОТВРАЩЕНИИ АЛЬВЕОЛЯРНОГО КОЛЛАПСА И ПРОФИЛАКТИКЕ
 ОСТРОГО РЕСПИРАТОРНОГО ДИСТРЕСС-СИНДРОМА У БОЛЬНЫХ С COVID-19
 ПНЕВМОНИЕЙ ТЯЖЕЛОГО ТЕЧЕНИЯ73
А. С. Свистов, И. Г. Мосягин, О.Е. Симакина

МЕТОДОЛОГИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

- НЕОБХОДИМЫЙ ОБЪЕМ ВЫБОРКИ ДЛЯ СРАВНЕНИЙ СРЕДНИХ ВЕЛИЧИН
 В ДВУХ ПАРНЫХ ГРУППАХ82
А. М. Гржибовский, М. А. Горбатова, А. Н. Наркевич, К. А. Виноградов

ОПЫТ МЕДИЦИНСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

- О МЕДИЦИНСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ УНИКАЛЬНОЙ АРКТИЧЕСКОЙ
 ЭКСПЕДИЦИИ ЛЕДОКОЛА «КАПИТАН ДРАНИЦЫН»89
В. Л. Архиповский, А. В. Спиридонов, Е. В. Казакевич

Contents

REVIEWS

- SCIENTIFIC BASIS OF THE PHYSICAL TRAINING OF THE NAVY SERVICEMEN7
A. G. Zaytsev, P. A. Soshkin, D. S. Zabrodskiy
- FUNCTIONAL FOOD PRODUCTS IN THE NUTRITION OF SEAFARERS OF THE NAVY:
 APPLICATION POTENTIAL19
V. I. Mizin, A. S. Ivashchenko, V. V. Ezhov, G. N. Ponomarenko, A. A. Mikhailov

ORIGINAL ARTICLE

INFLUENCE OF THE MARINE CLIMATE

- FACTORS OF NONSPECIFIC RESISTANCE IN RESIDENTS OF THE MURMANSK
 REGION AND THE REPUBLIC OF KARELIA29
V. I. Demidov, A. A. Trotsenko, Yu. N. Zakrevsky, L. V. Milyakova

PHYSIOLOGY, PSYCHOPHYSIOLOGY, AND ERGONOMICS OF PROFESSIONAL ACTIVITY

- CLINICAL AND FUNCTIONAL CHARACTERISTIC OF ADAPTATION
 OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM OF SEAFARERS DURING AUTONOMOUS CRUISE38
E. V. Malinina, N. M. Kondrashova, V. N. Kotelnikov, E. V. Gerashchenko

DIVING MEDICINE

- RESISTANCE OF THE HUMAN BODY TO THE ACTION OF HIGH PARTIAL PRESSURE
 OF NITROGEN AND METHODOLOGICAL ASPECTS OF ITS ASSESSMENT44
D. P. Zverev, I. R. Klenkov, A. A. Myasnikov, A. Yu. Shitov, A. V. Fisun, A. V. Starkov, K. V. Logunov

ISSUES OF HEALTH PROTECTION OF SPECIALISTS OF THE MARINE INDUSTRY

- COMPARATIVE ANALYSIS OF THE PARAMETERS OF CARBOHYDRATE EXCHANGE
 AND THIAMINE SECURITY IN THE CREW PERSONNEL OF THE NORTHERN WATER
 BASIN DEPENDING ON THE SPECIFICS OF WORK, AGE AND PROFESSIONAL EXPERIENCE54
T. B. Petrova, F. A. Bichkaeva

NAVAL MEDICINE

- ANALYSIS OF THE PRIMARY INCIDENCE OF CONSCRIPT MILITARY PERSONNEL
 OF THE NAVY AND RUSSIAN GROUND FORCES OVER THE LAST 10 YEARS (2010–2019)63
V. I. Evdokimov, P. P. Sivashchenko

INNOVATIVE DEVELOPMENT

- HELIUM PHYSICO-CHEMICAL «RECRUITMENT» OF PULMONARY ALVEOLS
 IN PREVENTION OF ALVEOLAR COLLAPSE AND PREVENTION OF ACUTE
 RESPIRATORY DISTRESS SYNDROME IN PATIENTS WITH SEVERE COVID-19 PNEUMONIA73
A. S. Svistov, I. G. Mosyagin, O. E. Simakina

RESEARCH METHODOLOGY

- REQUIRED SAMPLE SIZE FOR COMPARING MEANS IN TWO PAIRES SAMPLES82
A. M. Grjibovski, M. A. Gorbatova, A. N. Narkevich, K. A. Vinogradov

EXPERIENCE OF MEDICAL SUPPORT

- ABOUT MEDICAL SUPPORT OF A UNIQUE ARCTIC EXPEDITION OF THE «CAPTAIN DRANITSYN»
 ICEBREAKER89
V. L. Arkhipovsky, A. V. Spiridonov, E. V. Kazakevich

ОБЗОРЫ / REVIEWS

УДК 613.6.02: 613.68

<http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-4-7-18>

© Зайцев А.Г., Сошкин П.А., Забродский Д.С., 2020 г.

**НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ
ВОЕННОСЛУЖАЩИХ ВМФ**

А. Г. Зайцев, П. А. Сошкин*, Д. С. Забродский

Государственный научно-исследовательский испытательный институт военной медицины
Министерства обороны Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

Цель. Провести структурный анализ физической подготовленности военнослужащих Военно-Морского Флота (ВМФ) с позиции биоэнергетики и развития адаптационного потенциала.

Материалы и методы. Теоретический анализ и обобщение научной литературы, структурный анализ, разработка теоретических основ.

Результаты и их обсуждение. Специфика профессиональной деятельности военнослужащих ВМФ требует поддержания соответствующей аэробно-анаэробной структуры физической подготовленности. В статье представлены физиологические закономерности и педагогические принципы последовательного развития аэробных и анаэробных возможностей человека. Обосновываются методические рекомендации по решению сопутствующих задач — формированию регуляционной основы двигательных действий, составляющих биомеханическую основу профессиональной деятельности, и развитию психомоторных функций.

Ключевые слова: морская медицина, военнослужащие Военно-Морского Флота, физическая подготовленность, аэробное энергообеспечение, анаэробное энергообеспечение, двигательные действия, психомоторные функции, физиологический стресс

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Зайцев А.Г., Сошкин П.А., Забродский Д.С. Научные основы физической подготовки военнослужащих ВМФ // *Морская медицина*. 2020. Т. 6, № 4. С. 7–18, <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-3-7-18>.

*Контакт: Сошкин Павел Александрович, soshkin-med@yandex.ru

© Zaytsev A.G., Soshkin P.A., Zabrodskiy D.S., 2020

**SCIENTIFIC BASIS OF THE PHYSICAL TRAINING OF THE NAVY
SERVICEMEN**

Anton G. Zaytsev, Pawel A. Soshkin*, Dmitriy S. Zabrodskiy

State Institute for Experimental Military Medicine of the Ministry of Defense, St.-Petersburg, Russia

Purpose. To conduct structural analysis of physical fitness of the navy servicemen from the position of bioenergetics and development of adaptative potential.

Materials and methods. Theoretical analysis and generalization of science literature, structural analysis, developing of theoretical framework.

Results and its discussion. The specifics of the professional activity of the Navy servicemen require maintaining the appropriate aerobic-anaerobic structure of physical fitness. The article presents the physiological laws and pedagogical principles of the consistent development of aerobic and anaerobic human capabilities. It also establishes methodological recommendations for solving related tasks — the formation of the regulatory basis of motor actions, which constitute the biomechanical basis of professional activity, and the development of psychomotor functions.

Key words: marine medicine, navy servicemen, physical fitness, aerobic supply, anaerobic supply, physical actions, psychomotor functions, physiological stress

Conflict of interest: authors declared no conflict of interest.

For citation: Zaytsev A.G., Soshkin P.A., Zabrodskiy D.S. Scientific basis of the physical training of the navy servicemen// *Marine medicine*. 2020. Vol. 6, No. 4. P. 7–18, <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-3-7-18>.

*Contact: Soshkin Pavel Alexandrovich, soshkin-med@yandex.ru

В процессе профессиональной деятельности организм специалистов Военно-Морского Флота может подвергаться воздействию неблагоприятных факторов военного труда. В зависимости от профиля деятельности специалистов эти факторы могут носить комплексный и весьма специфический характер. Адаптация организма моряков к физиологическим перегрузкам и профессиональным вредностям требует значительной мобилизации резервных возможностей. Так морские пехотинцы вынуждены адаптироваться к чрезмерным по силе и продолжительности физическим нагрузкам. А подводники, как специалисты преимущественно операторского профиля деятельности, напротив сталкиваются с проблемой гипокинезии [1, с. 9]. Выполнение служебных обязанностей (особенно в многосуточном походе) сопровождается перенапряжением в отдельных мышечных группах, отвечающих за сохранение позы, нарушениями микроциркуляции во внутренних органах, ухудшением работы зрительного анализатора. Исследователи отмечают также ожирение (лишь 38,7% подводников имеют показатель индекса массы тела в пределах нормы), нарушение регуляторных механизмов вегетативной нервной системы (наблюдаются у 35,6%), детренированность сердечно-сосудистой системы (выявлена у 44,7%) [2, с. 178].

Как представители моторного профиля деятельности, так и операторы испытывают выраженное психоэмоциональное напряжение, связанное с витальной угрозой, высокой ценой ошибочных действий, проблемами в межличностном взаимодействии в воинском коллективе. Психоэмоциональный стресс приводит к заболеваниям желудочно-кишечного тракта, неврологические расстройства, артериальной гипертензии. Исследователи отмечают, что заболеваемость сердечно-сосудистой системы и смертность от болезней сердца удваиваются при увеличении систолического артериального давления на 20 мм рт. ст. (после 115 мм рт. ст.) и на каждые 10 мм рт. ст. с увеличением диастолического артериального давления [3, с. 1684].

Наиболее выраженным действием на повышение адаптационного потенциала организма, ресурсные возможности психики и профессиональное долголетие военно-морских специалистов оказывает физическая культура и занятия спортом. В этой связи предпринимаются попытки разработки специальных программ физической подготовки для различных кате-

горий военнослужащих ВМФ [4, с. 408], [5, с. 35], [6, с. 128], [7, с. 89], [8, с. 49], [9, с. 118].

Путем использования специальных физических упражнений в краткие сроки можно существенно (на 15–20% и более) повысить устойчивость организма к недостатку кислорода, длительной гиподинамией, укачиванию, высокой и низкой температуре среды и другим условиям [10, с. 11], компенсировать уже имеющиеся преморбидные состояния [11, с. 1154], [12, с. 609], депрессивные состояния [13, с. 698], [14, с. 357], [15, с. 943], [16, с. 1344], синдром зависимости от алкоголя, расстройства сна, синдром хронической усталости, тревожные расстройства [17, с. 120], [18, с. 1058], [19, с. 102], [20, с. 51], и в целом существенно повысить качество жизни [21, с. 199]. Несмотря на то, что физические упражнения вызывают усиление выработки гормона стресса кортизола, у физически тренированных людей снижается чувствительность к развитию стрессового ответа на различные, в том числе психические стимулы [22, с. 741]. Следует также подчеркнуть положительное влияние физических упражнений на когнитивные функции [23, с. 539]. Разумеется, речь идет о не чрезмерных по интенсивности и продолжительности физических нагрузках [24, с. 321].

Специально проведенные опросы, проведенные с нашим участием в последние годы, показывают, что подавляющее большинство военнослужащих ВМФ (83,7%), по их собственному мнению, находятся в хорошей физической форме. Это на 20% больше, чем до начала активной фазы военной реформы. Более половины (55,8%) опрошенных военнослужащих систематически занимаются физическими упражнениями «на выносливость». Количество военнослужащих, выполняющих упражнения «аэробной направленности», закономерно возросло за последние годы (более чем на 20%). Делают утреннюю гимнастику, закаляют свой организм, регулярно посещают баню или сауну примерно около трети военнослужащих. Вместе с тем, контрольные проверки, проведенные специалистами Главного командования ВМФ России, свидетельствует о недостаточном уровне физической подготовленности (ФП) военнослужащих ВМФ, проходящих службу на действующих кораблях и в частях, что отнюдь не способствует росту боеготовности [25, с. 139]. Выявленные недостатки свидетельствуют о слабости образовательного и, особенно, воспитательного звена в профессиональ-

ном образовании военнослужащих ВМФ, где акцент, как известно, смещен на формирование «внешней» (например, сдачу нормативов по ФП для получения надбавки к жалованию), а не «внутренней» мотивации, что впоследствии негативно сказывается на желании продолжать профессионально заниматься собственным здоровьем и физическим самосовершенствованием. В этой связи особенно остро встает вопрос об научно-обоснованном обеспечении физической подготовки военнослужащих ВМФ с учетом последних достижений физиологии, биохимии и психологии физической культуры и спорта (как сферы деятельности наиболее близкой военному труду).

Цель. Провести структурный анализ физической подготовленности военнослужащих ВМФ с позиции биоэнергетики и развития адаптационного потенциала.

Материалы и методы. Теоретический анализ и обобщение научной литературы, структурный анализ, разработка теоретических основ.

Результаты и их обсуждение. Прежде чем перейти к рассмотрению практических вопросов связанных с физической подготовкой военнослужащих следует обратиться к ряду теоретических положений, важных для понимания адаптационного потенциала человека.

Морфофизиологические преобразования, проявляющиеся в виде повышения структурно-энергетических возможностей организма, возникают только на физиологически обоснованные стрессовые раздражители среды, которые, хотя и вызывают определенные напряжения гомеостатических механизмов и энергетические затраты («физиологический стресс», по терминологии И.А.Аршавского [26, с. 70] в то же время, благодаря «функциональной индукции избыточного анаболизма», обуславливают спиралевидный переход организма на новый, более высокий уровень адаптационных возможностей. Такая адаптивная реакция характеризуется трехфазностью протекания.

Первая фаза — анаболическая. На этой фазе организм мобилизует дополнительные энергетические ресурсы.

Вторая фаза характеризуется переходом на новый, более высокий уровень энергетических затрат; на этой фазе начинается посте-

пенное избыточное накопление энергетических резервов.

В **третьей фазе** тенденция роста энергопотенциала (негэнтропии) заметно усиливается, в результате чего в организме повышается запас «свободной энергии».

Таким образом, повышение адаптационного потенциала человека (а, следовательно, и здоровья) согласно негэнтропийной теории онтогенеза связано, прежде всего с ростом энергетического резерва его организма.

В этой связи надо отметить, что в структуре энергетики человека имеют место два вида энергетических процессов — аэробноз (происходящий при участии кислорода) и анаэробноз (происходящий без участия кислорода), причем, в филогенезе аэробноз сформировался как механизм, обеспечивающий жизнедеятельность организма в обычных условиях существования, а анаэробноз — как механизм выживания в экстремальных ситуациях. Степень устойчивости организма к воздействию окружающей среды определяется прежде всего энергетическим потенциалом аэробных возможностей [27, с. 25; 28, с. 105]. Этот потенциал характеризуется двумя показателями: максимальными возможностями аэробного энергообразования (максимальным потреблением кислорода — *МПК*) и его эффективностью (порогом анаэробного обмена — *ПАНО*) [29, с. 469]. Отсюда понятно, что организму «выгоднее» функционировать без использования анаэробной энергопродукции. Но для этого ему надо иметь достаточный запас аэробных возможностей.

И действительно, исследования показывают, что высокая аэробная работоспособность не только препятствует развитию хронических соматических заболеваний, но и помогает противостоять различным неблагоприятным факторам окружающей среды (гипоксии, гипер- и гипотермии, инфекции, повышенной радиации и др.)¹ [30, с. 197]. Иначе говоря, высокий аэробный энергопотенциал может обеспечить преодоление экстремальных ситуаций без включения анаэробного (своего рода компенсаторного) механизма энергообеспечения. В рамках рассматриваемого подхода это представляется особенно важным по той простой причине, что в экстремальных условиях, как пра-

¹ Волков Н.И. Биоэнергетика напряженной мышечной деятельности человека и способы повышения работоспособности спортсменов: Дис. ... д-ра биол. наук.— М., 1990.— 101 с. [Volkov N.I. Bioenergy of intense muscular activity of a person and ways to increase the performance of athletes: Dis. ... Dr. Biol. sciences.— М., 1990.— 101 p. (In Russ.)].

вило, происходит резкое понижение адаптационных резервов, а значит, возникает опасность болезни [31, с. 39; 32, с.1092].

Развитие способности адаптации к аэробной физической нагрузке. Решение данной задачи предполагает постепенное повышение объемов физической нагрузки, главным образом, аэробного характера, к которым следует отнести продолжительный бег, плавание, аэробику, велоспорт, лыжные гонки и т.п., выполняемых 4–5 раз в неделю. В этом случае периодические, кратковременные нарушения равновесия в организме человека чередуются с незначительным повышением исходного уровня двигательных возможностей (суперкомпенсацией) в период восстановления. Рост функциональных возможностей человека обеспечивается за счет выполнения очередной физической нагрузки на волне суперкомпенсации [33, с. 60]. Полное и окончательное решение задачи следует связывать с моментом прекращения роста физической работоспособности человека средствами аэробной подготовки¹. Это может произойти примерно в возрасте 15–17 лет (у более одаренных людей и позже) [34, с. 514; 35, с. 5]. Критерием правильности построения физической подготовки является неуклонный рост их показателей в аэробных контрольных упражнениях и тестах (PWC-170, стептест, продолжительный бег, продолжительное плавание и т.д.) [36, с. 2; 37, с. 7; 38, с. 384].

Последние научные данные свидетельствуют, что развитие способности адаптации к аэробной физической нагрузке не следует связывать только с совершенствованием вегетативных (дыхательных) функций организма человека. Более важное значение здесь имеют внутримышечные факторы: повышение силовых и окислительных свойств скелетных мышц [33, с. 20]. Причем замечено, что именно совершенствование локомоторного аппарата (с точки зрения повышения способности мышц к утилизации кислорода) обуславливает состояние вегетативной системы (а не наоборот, как это считалось раньше). Отсюда вытекает важный практический вывод: развитие аэробных возможностей (отметим, прежде всего у взрослого человека) следует связывать не столько с совершенствованием вегетативной системы (на-

пример, посредством длительного бега), сколько с выполнением циклических силовых упражнений (например, бега по песку, глубокому снегу, в некрутую горку и т. д.), производимых в умеренном темпе и продолжительно во времени с тем, чтобы в организме не накапливались продукты анаэробного обмена [39, с. 302]. Критерием того, что силовая работа выполняется в аэробном режиме, может служить частота сердечных сокращений, не превышающая 160 ударов в минуту. Такая аэробная силовая подготовка не только обеспечивает повышение окислительных свойств мышц человека и совершенствование у него вегетативной системы, но и способствует росту его силовых возможностей. В результате происходит развитие аэробных способностей человека и накопление у него моторного потенциала без снижения емкости адаптационного резерва [40, с. 7].

Повышение объема физической нагрузки на этапе аэробной подготовки, как можно заметить, не может продолжаться бесконечно. Наступает такой момент, когда даже значительное повышение аэробной нагрузки не обеспечивает прироста работоспособности человека (улучшения его контрольных показателей). Способность адаптации к аэробной физической нагрузке как бы исчерпывает себя — индивид достигает «потолка» своих аэробных возможностей.

Разумеется, для специалиста, живущего спокойной и размеренной жизнью, необязательно предельно развивать свой аэробный потенциал. Достаточно повысить его до уровня, обеспечивающего хорошее общее самочувствие и продуктивность основной (учебной или трудовой) деятельности. А затем с помощью определенной системы физической подготовки стараться поддерживать этот индивидуальный уровень соматического состояния и работоспособности. В то же время для людей, деятельность которых осуществляется в экстремальных условиях (профессиональных спортсменов, военнослужащих спецподразделений, морской пехоты) физическая подготовка не может ограничиваться развитием только аэробных возможностей. Для них принципиально важно сначала максимально развить свой аэробный потенциал, а затем на этой основе «нарастить» анаэробные энергоресурсы, обуславливающие эффектив-

¹ Зайцев Г.К. Методика тактической подготовки бегунов: Методические указания для студентов отделения физического воспитания. Калининград: Калининградский университет, 1984. 16 с. [Zaitsev G.K. Methods of tactical training of runners: guidelines for students of the department of physical education. Kaliningrad: Kaliningrad University, 1984. 16 p. (In Russ.).]

ность двигательных действий в экстремальных условиях. Развитие способности адаптации к анаэробной нагрузке (происходящей без участия кислорода) — следующий этап физической подготовки, который в методическом отношении принципиально отличается от предыдущего периода тренировки. Ниже этап анаэробной подготовки рассматривается на примере высококвалифицированных спортсменов.

Развитие способности адаптации к анаэробной физической нагрузке. Особенностью данного этапа физической подготовки является повышение доли однонаправленных физических нагрузок анаэробного характера [33, с. 78]. Продолжительность этапа зависит от степени физической одаренности человека. Основной единицей построения физической подготовки на этом этапе является большой цикл, включающий в себя две фазы: фазу концентрации нагрузки и фазу бурного подъема работоспособности.

Особенностью первой фазы является постепенное повышение однонаправленной, концентрированной физической нагрузки анаэробного характера, специфической для спортивной деятельности. Такая нагрузка вызывает глубокое и длительное нарушение равновесия в организме человека, выражающееся в устойчивом снижении показателей его работоспособности. Это снижение обеспечивается за счет того, что очередная физическая нагрузка выполняется в условиях недовосстановления [41, с. 234]. Длительность фазы — от шести до восьми недель. Вторая фаза характеризуется резким снижением объема физической нагрузки, в результате чего происходит бурный подъем анаэробной работоспособности (суперкомпенсация). Длительность этой фазы — от шести до двенадцати недель. Вся продолжительность большого цикла, таким образом, колеблется от трех до пяти месяцев. Она зависит от индивидуальных особенностей занимающихся.

Средства анаэробной подготовки в фазе концентрации нагрузки вводятся в тренировку так, чтобы постепенно повышалось их тренирующее воздействие на организм человека, но при этом сохранялась преемственность упражнений, соответствующих спортивной (служебной) деятельности. Основные биомеханические характеристики мышечной деятельности позволяют в рамках этого процесса наметить решение, как минимум, трех последовательных задач. Первая состоит в том, чтобы повысить максимальные

проявления силы основных мышечных групп. Для этого в подготовку включаются преимущественно упражнения со штангой, другими отягощениями, на тренажерах, выполняемые с большими, околопредельными и предельными весами (нагрузками). Вторая задача связана с увеличением быстроты сокращения мышц. Для решения этой задачи используются те же упражнения, но только выполняются они со средними и малыми нагрузками в высоком и максимальном темпе. Третья задача заключается в том, чтобы повысить специальную выносливость мышц, то есть улучшить их способность как можно дольше выполнять скоростно-силовую работу. Основное содержание подготовки здесь составляют упражнения, типичные для спортивной (служебной) деятельности.

На решение каждой из перечисленных задач отводится примерно две-три недели. При этом соотношение средств заметно варьируется в зависимости от стоящих двигательных задач, индивидуальных особенностей и способностей занимающихся.

Важно отметить, что при организации тренировочного процесса в фазе концентрации нагрузки возникает опасность перетренированности человека. Поэтому следует остерегаться чрезмерной концентрации нагрузки, способной привести к срыву адаптации. Здесь надо помнить, что уже само по себе концентрирование однонаправленной физической нагрузки вызывает интенсификацию тренировочных воздействий. Поэтому повышать интенсивность упражнений следует очень осторожно, особенно для спортсменов, только вступивших в этап анаэробной подготовки [32, с. 1092]. Принципиально важное значение здесь приобретают мероприятия по врачебному контролю.

Бурному подъему анаэробной работоспособности во второй фазе большого цикла способствует резкое снижение объема концентрированной физической нагрузки и включение в тренировку аэробных упражнений при сохранении некоторой доли специальной скоростно-силовой нагрузки [42, с. 1495]. Все это способствует активизации восстановительных процессов. В дальнейшем по мере подъема специальной физической подготовленности до максимального уровня, основное место в тренировке отводится упражнениям, которые должны обеспечить поддержание высокого уровня анаэробной работоспособности в течение всего периода подготовки [43, с. 763]. В то

же время при продолжительном соревновательном периоде после бурного подъема специальной физической работоспособности у спортсменов может наметиться тенденция ее некоторого снижения. В этом случае целесообразным становится организация своеобразного микроцикла, который по своей структуре повторяет в «свернутом» (укороченном) виде большой цикл анаэробной подготовки.

Резерв адаптации к анаэробной физической нагрузке также имеет свой предел. Он зависит от физической одаренности человека. Лица, избравшие спортивную профессию или профессию военнослужащего, стараются исчерпать его до конца, так как от этого зависят их соревновательные (профессиональные) достижения. Актуальной для них является задача поддержания своего моторного потенциала на должном уровне в течение определенного периода (периода выполнения учебно-боевой или боевой задачи, соревновательного периода). Опыт показывает, что квалифицированные спортсмены научаются это делать с меньшими физическими напряжениями, нередко даже снижая объем и интенсивность нагрузки в фазе ее концентрации.

Если сущность адаптационного процесса в области физической подготовки состоит в том, чтобы обеспечить максимальный прирост моторного потенциала человека, то эффективное использование этого потенциала связано со способностью регуляции своих двигательных действий (последний вопрос рассмотрим также на примере спортсменов).

К сожалению, в теории и методике спортивной тренировки процесс саморегуляции двигательных действий по существу сводится к формированию двигательного стереотипа. В результате человека нередко с малолетства начинают обучать какому-то физическому упражнению. Такой подход приводит к тому, что у детей сформировывается устойчивый двигательный навык, нередко избыточный многими погрешностями [44, с. 120; 45, с. 375]. Этот навык консервативен и трудно поддается совершенствованию (точнее: исправлению). Неумение молодого человека в совершенстве управлять своими действиями позже нередко становится тормозом роста его специальных физических качеств и, соответственно, спортивных достижений. Причина такого положения лежит в необоснованном стремлении многих тренеров побыстрее научить своих под-

опечных какому-то физическому упражнению. В результате в тренировочный процесс включается большое количество упражнений, выполняемых в максимальном темпе. А это, как известно, сильно затрудняет самоконтроль и коррекцию движений. Более того, вызывает у занимающихся большое эмоциональное возбуждение, которое также препятствует формированию регуляционной основы двигательной деятельности.

Правильное (полноценное) развитие способностей регуляции своих двигательных действий предполагает решение несколько взаимосвязанных задач. На примере спортсменов эти задачи можно сформулировать так: 1) формирование регуляционной основы спортивной деятельности; 2) формирование конкретных двигательных навыков, составляющих биомеханическую основу спортивного упражнения; 3) развитие психомоторных функций.

Поскольку решение второй задачи связано с конкретными видами спорта, которых достаточно много (по ним имеется специальная литература), ниже разговор пойдет только о решении первой и третьей задачи.

Формирование регуляционной основы двигательной деятельности. Регуляционную основу любой спортивной (двигательной) деятельности составляют следующие процессы: формирование образа (цели) предстоящего двигательного действия или деятельности (механизм прямой связи), оценка собственных двигательных действий (механизм внутренней обратной связи), восприятие и оценка срочной информации о совершенном действии (механизм внешней обратной связи), текущая коррекция двигательного действия, анализ завершенной деятельности и формирование на основе этого положительного двигательного опыта.

Ведущим фактором в системе саморегуляции выступает механизм формирования цели или образа предстоящего двигательного действия. От его адекватности зависит функционирование всех прочих процессов, связанных с самоконтролем и коррекцией действий, а также их анализом и формированием двигательного опыта. Таким образом, достаточно ясно выступает конечная цель обучения. Сам же процесс обучения протекает как бы в обратном направлении: первоначально освоение двигательного действия обязательно предполагает проявление внешних обратных связей, выступающих в форме «срочной информации» о результатах

действия, по мере усвоения действия внешние связи постепенно должны замениться внутренними (с ними связана адекватная оценка совершенного действия, основанная на собственных ощущениях), наконец, на базе внутренней обратной связи формируется механизм построения адекватного образа двигательного действия (механизм прямой связи). Ниже в самом обобщенном виде проводится методика формирования регуляционной основы спортивной двигательной деятельности.

Первая задача — формирование у человека общего представления о своих двигательных действиях. Основной методический принцип здесь состоит в том, чтобы сообщать ему срочную информацию о собственных действиях (кинематических и динамических показателях и их результативности). *Вторая задача* — формирование правильной оценки своих двигательных действий. Методический принцип здесь заключается в том, чтобы занимающийся на основании собственных ощущений первоначально сам оценивал различные параметры своих действий. И лишь затем ему сообщалась срочная информация об особенностях их выполнения. *Третья задача* — формирование способности к точному прогнозированию как отдельных своих действий, так и деятельности в целом. Педагогическая задача на этом этапе состоит в том, чтобы научить самостоятельно ставить перед собой конкретные двигательные задачи и точно выполнять их в условиях тренировочных занятий. Данная методическая последовательность предъясняется актуальной для развития всех способностей, связанных с саморегуляцией двигательных действий (способности регуляции своих ненагруженных двигательных действий, выполняемых в максимальном темпе; способности регуляции своих двигательных действий, выполняемых в не максимальном темпе, способности регуляции своей позной активности; способности регуляции своих двигательных реакций). Среди указанных двигательных способностей выделим способность регуляции своих двигательных действий, выполняемых в максимальном темпе, и способность регуляции своих двигательных реакций, развитие которых происходит с большим трудом. Это связано как с малым резервом их развития, так и сложностями самой регуляции. Дело в том, что при выполнении действий с максимальной скоростью и действий, связанных с реагированием

на сигнал, заметно снижаются возможности их текущей коррекции.

Повышение двигательных способностей, как уже отмечалось выше, в значительной степени связано с развитием психомоторных функций (это особенно важно для спортсменов и специалистов экстремального профиля деятельности, к которому относятся военнослужащие ВМФ).

Развитие психомоторных функций. Процессы управления двигательными действиями основываются на мышечных ощущениях, на умении человека тонко дифференцировать выполняемые движения по параметрам пространства, времени и интенсивности мышечных усилий. Следовательно, успешность его двигательной деятельности в значительной степени зависит от уровня развития психомоторных функций, непосредственно участвующих в саморегуляции движений.

Практика показывает, что чаще всего развитие и совершенствование психомоторных функций у человека происходит стихийно. В то же время совершенно понятно, что целенаправленное развитие психомоторных качеств должно активизировать процессы формирования регуляционной основы двигательной деятельности.

Для каждого вида спортивной (спортивно-прикладной, двигательной) деятельности характерны свои специализированные психомоторные реакции и процессы. К ним относятся зрительные, кинестетические, временные и другие различия, такие сложные регуляторы двигательной деятельности, как специализированные восприятия — «чувство скорости», «чувство дистанции», «чувство снаряда» и т. д., а также простая и сложная сенсомоторная реакция. В основе их лежат различной сложности процессы саморегулирования. Поэтому в большинстве случаев для развития психомоторных функций используется представленная выше общая методическая последовательность — от общего представления с помощью срочной информации к адекватной оценке на основе собственных ощущений и далее к самостоятельному прогнозированию и точному выполнению запланированного. В рамках этой методики меняется лишь объект оценки и прогнозирования. К сожалению, для реализации методики нередко (например, при совершенствовании регуляционных механизмов простой двигательной реакции) требуется достаточно сложная измерительная аппаратура. В этом

случае следует также знать традиционные способы развития той или иной психомоторной функции. Так, для сокращения латентного периода двигательной реакции включают в тренировку разнообразные упражнения на быстроту реагирования. Эти упражнения выполняются сначала в облегченных условиях, затем в условиях, приближенных к экстремальным, и наконец, в сложных условиях, где варьируется время подачи сигнального раздражителя [46, с. 89]. Однако еще раз заметим, что такая тренировка не дает значительного сокращения времени двигательной реакции. Более существенные сдвиги, даже несмотря на малый резерв ее развития, происходят при использовании указанных выше методических приемов, которые обеспечивают совершенствование ее регуляторных механизмов.

Далее отметим, что реализация представленных здесь методических рекомендаций в рамках отдельных видов занятий, входящих в структуру физической части спортивной подготовки, имеет свои особенности, связанные со сложностью биомеханической структуры основного (соревновательного) упражнения. Чем сложнее эта структура, тем кропотливее следует относиться к процессу развития регуляторных основ двигательной деятельности человека. Следует также помнить, что данные вопросы имеют тесную связь с процессом развития способностей адаптации к физической нагрузке. Совершенно ясно, что развитием способности регуляции своих двигательных действий следует заниматься на всем протяжении физической подготовки и профессионального становления. Постоянная направленность сознания занимающегося на свои действия и возможности может обеспечить подъем процессов саморегуляции до такого уровня, когда он сам сможет, например, предохранить себя от возникновения состояния перетренированности (без помощи контрольных упражнений и врачебного контроля).

Заключение. Итак, максимальное развитие двигательных способностей и, соответственно, соматического статуса важно для профессиональных спортсменов и других специалистов, занятых в экстремальных видах деятельности (военнослужащих специальных подразделений, морской пехоты). Для них предельное развитие соматического статуса и его «структурирование» в процессе специальной физической подготовки имеет принципиальное значение,

так как предопределяет успешность исполняемой ими деятельности, которая (что важно отметить) нередко связана с риском для здоровья. Разумеется, человеку, живущему спокойной и размеренной жизнью, нет нужды максимально (как спортсмену) развивать свои двигательные способности. Для него, как уже говорилось, актуальной является задача выработки и регулярного исполнения индивидуального способа физкультурной деятельности (причем, преимущественно аэробной направленности), обеспечивающего его жизненный тонус и необходимую работоспособность.

В организме наряду с механизмом сохранения здоровья существует механизм, обеспечивающий его накопление, или наращивание. Понятно, что механизмы сохранения и укрепления здоровья находятся в организме сложном диалектическом взаимодействии. Так, при повышенном расходовании адаптационного резерва (или предболезненном состоянии) включение механизма гомеостаза (сохранения) имеет позитивное значение, так как препятствует понижению резервных возможностей организма. Совершенно противоположное значение гомеостатические реакции играют в процессе накопления здоровья. Обеспечивая сохранность (стабильность) адаптационных возможностей организма, гомеостаз, по существу препятствует их повышению. Следовательно, в процессе обеспечения здоровья всегда доминирует какой-то один из названных описанных механизмов.

По всей видимости, механизм сохранения адаптационного резерва является более мощным и отлаженным механизмом в структуре обеспечения здоровья, так как работает преимущественно на биологическом уровне. Что же касается процесса повышения резервов адаптации, то он (с валеологической точки зрения), безусловно, более перспективен для организма. Правда, без дополнительных волевых усилий здесь не обойтись. Поэтому его доминирование следует связывать прежде всего с сознательной и хорошо спланированной оздоровительной деятельностью человека.

Повышение ресурса здоровья происходит главным образом после окончания действия физиологически обоснованного стрессора, на основании сверхвосстановления затраченной в процессе адаптации энергии (по закону суперкомпенсации), в результате чего организм обогащается новыми «структурно-энергетическими

потенциалами». Чтобы так называемый «срочный адаптационный эффект» быстро не нейтрализовался гомеостатическими реакциями и осуществлялся непрерывный прирост здоровья («долговременный адаптационный эффект»), стратегия адаптационной перестройки должна строиться так, чтобы действие очередного физиологически обоснованного стрессора происходило на волне суперкомпенсации. Таким образом, рост резервов здоровья следует связывать с правильным дозированием стрессора, к которому адаптируется организм, и с соблюдением определенных тренировочных принципов.

Какие же физиологически обоснованные стрессоры наиболее перспективно использовать для увеличения резервов здоровья? Прежде всего — физические упражнения, выполняемые в аэробном режиме. Именно под влиянием аэробной тренировки в организме растет количество «свободной энергии». Соответственно увеличивается мощность коронарных, респираторных, эндокринных, буферных и иных резервов организма, а также происходит перекрестная адаптация, в результате которой повышается устойчивость человека к различным стрессорным воздействиям патогенного характера. По мнению ряда авторов, аэробная выносливость имеет исключительную важность для развития качеств, отвечающих специфическим требованиям военно-профессиональной деятельности [47, с. 85]. Разработанные методы оздоровительно-прикладной физической подготовки на начальном этапе обучения курсантов предполагают первостепенное значение аэробной выносливости¹.

Для людей «не экстремального» профиля деятельности необходимо развивать аэробные возможности до такого уровня, который способен обеспечить благотворную жизнь в типичных условиях существования, безболезненное

преодоление возможных стрессогенных ситуаций (в том числе связанных с различными неблагоприятными факторами окружающей среды), предохранение от развития хронических соматических заболеваний. Так в отношении военнослужащих надводных кораблей и подводных лодок предлагается за 60–90 дней до похода интенсифицировать процесс общей физической подготовленности (преимущественно аэробной направленности), а также наращивать уровень развития специальных физических качеств и устойчивости к неблагоприятным факторам похода (например, к укачиванию). Для проведения занятий в походе во внутренних помещениях и на палубе корабля для занятий ФП размещаются табельные тренажерные устройства и малогабаритные снаряды; размечаются маршруты и дистанции для ходьбы, бега, прыжков; оборудуются места для занятий рукопашным боем. В период нахождения корабля в длительном плавании ФП личного состава проводится по одному из следующих вариантов: со всем экипажем (за исключением занятых на вахте и боевом дежурстве); поочередно по боевым частям, службам, подразделениям; по боевым сменам. После похода главная задача состоит в снятии психологического напряжения, организации активного отдыха [48; с. 112].

Для людей «экстремального» профиля важно предельно развивать свои аэробные возможности, а затем на этой основе наращивать анаэробные энергоресурсы до уровня, обеспечивающего эффективность действий в экстремальных условиях. Важное значение для этих специалистов приобретают задачи по развитию регуляторной основы двигательных действий, составляющих биомеханическую основу профессиональной деятельности, и развитию психомоторных функций.

Литература/References

1. Luria T., Matsliah Y., Adir Y. et al. Effects of a prolonged submersion on bone strength and metabolism in young healthy submariners // *Calcif. Tissue Int.* 2010. V 86. № 1. pp. 8–13.
2. Щуров А.Г., Курьянович Е.Н. Морфологический статус и функциональное состояние личного состава подводных лодок ВМФ // *Актуальные проблемы физической и специальной подготовки силовых структур.* 2016. № 1.

¹ Падин, О.К. Программно-целевой подход к организации профессионально-личностной физической подготовки курсантов военных вузов: дис. ... канд. пед. наук — Воронеж: ВГТУ, 2004. 170 с. [Padin, O.K. Program-targeted approach to the organization of professional and personal physical training of cadets of military universities: dis. ... cand. ped. Sciences — Voronezh: VSTU, 2004. 170 p. (In Russ.)].

- C. 178–181. [Schurov A.G., Kuryanovich E.N. Morphological status and functional state of the personnel of the Navy submarines // *Actual problems of physical and special training of power structures*. 2016. № 1. pp. 178–181. (In Russ.).]
3. Vasan R.S., Larson M.G., Leip E.P. Assessment of frequency of progression to hypertension in nonhypertensive participants in the Framingham Heart Study: a cohort study // *Lancet*. 2001. Vol. 358. pp. 1682–1686.
4. Синенко С.А., Крысанов В.П., Грунин Д.А., Грибченко С.П., Асланов М.Ш. Попутная физическая тренировка подразделений морской пехоты к проведению десантных операций // *Ученые записки университета им. П.Ф.Лесгафта*. 2020. № 4 (182). С. 408–410. [Sinenko S.A., Krysanov V.P., Grunin D.A., Gribchenko S.P., Aslanov M.Sh. Associated physical training units of the marine corps to conduct landing operations // *Uchenye Zapiski universiteta im. P.F.Lesgaft*. 2020. No. 4 (182). pp. 408–410. (In Russ.).]
5. Пугачев И.Ю. Инновации физической подготовки экипажей атомных подводных лодок // *Вестник Мордовского университета*. 2015. Т. 25. № 3. С. 31–41. [Pugachev I.Yu. Innovations in the physical training of crews of nuclear submarines // *Bulletin of the University of Mordovia*. 2015. Vol. 25. № 3. pp. 31–41. (In Russ.).]
6. Пугачев И.Ю. Особенности экспериментальной программы физической подготовки экипажей атомных подводных лодок при нахождении в дальнем походе // *Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И.Герцена*. 2012. № 153–1. С. 127–142. [Pugachev I.Yu. Features of the experimental program for the physical training of crews of nuclear submarines while on a long voyage // *Bulletin of the Russian State Pedagogical University. A.I.Herzen*. 2012. № 153–1. pp. 127–142. (In Russ.).]
7. Попадьян В.В., Мартышев А.Н. Развитие координационных способностей у военнослужащих надводных кораблей в период подготовки к профессиональной деятельности // *В сборнике: Итоговая научная конференция Военно-научного общества Военного института физической культуры за 2019 год Сборник статей*. Под редакцией В.Л.Пашута. 2020. С. 88–91. [Popadin V.V., Martyshev A.N. Development of coordination abilities of surface ships in preparation for professional activities // *In the collection: The final scientific conference of the Military Scientific Society of the Military Institute of Physical Culture for 2019 Collection of articles*. Edited by V.L.Pashuta. 2020. pp. 88–91. (In Russ.).]
8. Щуров А.Г., Туманов М.В., Суворов В.О. Особенности регулирования интенсивности физической нагрузки на занятиях по физической подготовке военнослужащих атомных подводных лодок // *Актуальные проблемы физической и специальной подготовки силовых структур*. 2017. № 4. С. 49–53. [Schurov A.G., Tumanov M.V., Suvorov V.O. Features of the regulation of the intensity of physical activity in the classes for the physical training of military personnel of nuclear submarines // *Actual problems of physical and special training of power structures*. 2017. № 4. pp. 49–53. (In Russ.).]
9. Зайцев А.А., Ковалев А.А. Физическая подготовка морских пехотинцев в условиях ограниченного пространства // *Совершенствование профессиональной физической подготовки курсантов, слушателей образовательных организаций и сотрудников силовых ведомств. Сборник материалов XIX международной научно-практической конференции*. В 2-х томах. 2017. С. 117–120. [Zaitsev A.A., Kovalev A.A. Physical training of marines in a limited space // *Improving the professional physical training of cadets, students of educational organizations and employees of law enforcement agencies. Collection of materials of the XIX international scientific and practical conference*. In 2 volumes. 2017. pp. 117–120. (In Russ.).]
10. Миронов В.В.; Пашута В.Л. Направления и пути совершенствования физической подготовки как важного фактора поддержания боеспособности военнослужащих // *Актуальные проблемы физической и специальной подготовки силовых структур*. 2017. № 3. С. 8–13. [Mironov V.V., Pashuta V.L. Directions and ways to improve physical training as an important factor in maintaining the combat readiness of military personnel // *Actual problems of physical and special training of power structures*. 2017. № 3. pp. 8–13. (In Russ.).]
11. Peterson A. M., Pedersen B. K. The anti-inflammatory effects of exercise. *J. Appl. Physiol.* 1985; № 98 (4): pp. 1154–1162.
12. Gleeson M., Bishop N., Stensel D. J., et al. The anti-inflammatory effect of exercise: mechanisms and implications for the prevention and treatment of disease. *Nat. Rev. Immunol.* 2011; № 11 (9): pp. 607–615.
13. Goodwin R. D. Association between physical activity and mental disorders among adults in the United States. *Prev. Med.* 2003; 36 (6): pp. 698–703.
14. Harvey S. B., Hotopf M., Overland S., Myletun P. Physical activity and common mental disorders. *Br. J. Psychiatry.* 2010; 197 (5): pp. 357–364.
15. Nagamatsu L. S., Plicker L., Kramer A. P., et al. Exercise in medicine, for the body and the brain. *Br. J. Sports Med.* 2014; 48: pp. 943–944.
16. Pirth J., Cotter J., Elliott R., et al. A systematic review and meta-analysis of exercise interventions in schizophrenia patients. *Psychol. Med.* 2015; 45: pp. 1343–1361.

17. Ambrose K.R., Golightly Y.M. Physical exercise as nonpharmacological treatment of chronic pain: why and when. *Best Pract. Res. Clin. Rheumatol.* 2015; 29: pp. 120–130.
18. Hallgreen M., Vancampfort D., Giesen E. S., et al. Exercise as treatment for alcohol use disorders: systematic review and meta-analysis. *Br. J. Sports Med.* 2017; 51(14): pp. 1058–1064.
19. Stubbs B., Vancampfort D., Rosenbaum S., et al. An examination of the anxiolytic effects of exercise for people with anxiety and stress-related disorders: A meta-analysis. *Psychiatry Res.* 2017; 249: pp. 102–108.
20. Abrantes A.A., Brown R.A., Strong D.R., et al. A pilot randomized controlled trial of aerobic exercise as an adjunct to OCD treatment. *Gen. Hosp. Psychiatry.* 2017; 49: pp. 51–55.
21. Oh S.H., Son S.H., Kang S.H., et al. Relationship between types of exercise and quality of life in a Korean metabolic syndrome population: a cross-sectional study. *Metab. Syndr. Relat. Disord.* 2017; 15 (4): pp. 199–205.
22. Brosse A.L., Sheets E.S., Lett H.S., Blumenthal J.A. Exercise and the treatment of clinical depression in adults: recent findings and future directions. *Sports Med.* 2002; 32(12): pp. 741–760.
23. Alves C.R., Gualano B., Takao P.P., et al. Effects of acute physical exercise on executive functions: a comparison between aerobic and strength exercise. *J. Sport Exerc. Psychol.* 2012; 34: pp. 539–549.
24. Gleeson M., Walsh N.P. British Association of Sport and Exercise Sciences. The BASES expert statement on exercise, immunity, and infection. *J. Sports Sci.* 2012; 30 (3): pp. 321–324.
25. Фофанов А.М., Постников А.А. Функциональные резервы организма — основа поддержания на должном уровне военно-профессиональной работоспособности // *Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 110-ой годовщине образования Военного института физической культуры (1–2 октября 2019 года)*, с. 139–142. [Fofanov A.M., Postnikov A.A. Functional reserves of the body — the basis for maintaining a proper level of military-professional working capacity // *Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference dedicated to the 110th anniversary of the formation of the Military Institute of Physical Culture (October 1–2, 2019)*, pp. 139–142. (In Russ.).]
26. Аршавский И.А. Физиологические механизмы и закономерности индивидуального развития (основы негэнтропийной теории оттогенеза). М.: Наука, 1982. 270 с. [Arshavsky I.A. Physiological mechanisms and patterns of individual development (the basics of the non-entropic theory of otogenesis). M.: Nauka, 1982. 270 p. (In Russ.).]
27. Kindermann W., Simon G., Keul J. The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training // *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.* 1979. V. 42. № 1. pp. 25–34.
28. Stegmann H., Kindermann W. Fixed anaerobic threshold of 4 mmol lactate // *Int. J. Sports Med.* 1982. V. 3. № 2. pp. 105–110.
29. Faude O., Kindermann W., Meyer T. Lactate threshold concepts: How valid are they? // *Sport. Med.* 2009. V. 39. № 6. pp. 469–490.
30. Карасев А.В., Цырков А.П., Дешевых И.Н., Сысоев Ю.В. Совершенствование военно-прикладной физической подготовки призывного контингента Вооруженных сил Российской Федерации // *Преподаватель XXI век.* 2019. № 3–1. С. 195–210. [Karasev A.V., Tsyrvkov A.P., Deshevykh I.N., Sysoev Yu.V. Improving the military-applied physical training of the draft contingent of the Armed forces of the Russian Federation // *Lecturer XXI century.* 2019. No. 3–1. pp. 195–210. (In Russ.).]
31. Bakaev V., Bolotin, A., Surmilo S. and Aganov S. (2018), «Comparative analysis of the changes in blood chemistry among long-distance swimmers during workouts at middle and low altitudes» // *World congress of performance analysis of sport XII (19–23 September, 2018, Opatija, Croatia)*, pp. 39–42.
32. Bolotin, A. E., Bakayev, V.V. (2017), «Peripheral circulation indicators in veteran trail runners» // *Journal of Physical Therapy Science, (JPTS)* Vol. 29, No.6, pp.1092–1094.
33. Верхошанский Ю.В. Программирование и организация тренировочного процесса.— М.: Физкультура и спорт, 1985.— 176 с. [Verkhoshansky Yu.V. Programming and organization of the training process.— M.: Physical education and sport, 1985.— 176 p. (In Russ.).]
34. Ozer G., Guzel N. The effects of acute L-carnitine supplementation on endurance performance of athletes. *J. Strength Cond Res* 2014; 28 (2): pp. 514–519.
35. Eriksson B.O. Physical training, oxygen supply and muscle metabolism in 11–13-year old boys // *Acta Physiologica Scandinavica. Suppl.* 1972. Vol. 384. pp. 5–48.
36. Sokolovas G. Participation of elite swimmers: From USA Swimming's All — Time Top 100 Times // *USA Swimming*, 2002. Vol. 8, № 2. pp. 1–5.
37. Kreider R., Wilborn C., Taylor L., Campbell B., Almada A., Collins R. et al. ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations. *J. Intern Soc Sports Nutr* 2010; 7: pp. 7–11.

38. Jing-jing Wan, Zhen Qin, Peng-yuan Wang, Yang Sun, Xia Liu. Muscle fatigue: general understanding and treatment. *Exp Mol Med*. 2017 Oct; 49 (10): pp. 384–395.
39. Macedo DV, Lazarim FL, Catanho da Silva FO, Tessuti LS, Hohl R. Is lactate production related to muscular fatigue? A pedagogical proposition using empirical facts. *Adv Physiol Educ*. 2009 Dec; 33 (4): pp. 302–307.
40. Kreider R., Wilborn C., Taylor L., Campbell B., Almada A., Collins R. et al. ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations. *J. Intern Soc Sports Nutr* 2010; 7: pp. 7–11.
41. Skinner, J. S., McLellan T. H. The transition from aerobic to anaerobic metabolism // *Res. Quart. Exerc. Sport*, 1980. Vol. 51.— № 1. pp. 234–248.
42. Harber M.P., Konopka A.R., Undem M.K. Aerobic exercise training induces skeletal muscle hypertrophy and age-dependent adaptations in myofiber function in young and older men // *J. Appl. Physiol*. 2012. Vol. 113, № 9. pp. 1495–1504.
43. Cantrell G. S. Maximal strength, power, and aerobic endurance adaptations to concurrent strength and sprint interval training / G. S. Cantrell, B. K. Schilling et al. // *European Journal of Applied Physiology*. 2014. Vol. 114 (4). pp. 763–771.
44. Kulinna P., Scrabis-Fletcher K., Kodish S. et al. A Decade of Research Literature in Physical Education Pedagogy. *Journal of Teaching in Physical Education* 2009. № 28. pp. 119–140.
45. Ayers S. F. Recreation facilitation styles and physical activity outcomes in elementary school children. *The Journal of Physical Education, Recreation*. 2017 Oct; 49 (10): pp. 384–395.
46. Психосаморегуляция в подготовке спортсменов / под ред. В.П.Некрасова / М.: Физкультура и спорт, 1985. 176 с. [Psychoself-regulation in the training of athletes / ed. V.P. Nekrasova / M.: Physical Education and Sport, 1985. 176 p. (In Russ.).]
47. Астафьев К.А., Готовцев Е.В., Новиков Ю.Н. Анализ научных взглядов на процесс развития физических качеств у курсантов и студентов образовательных учреждений // *Культура физическая и здоровье*. 2017. № 1 (61). С. 84–90. [Astafiev K.A., Gotovtsev E.V., Novikov Yu.N. Analysis of scientific views on the process of developing physical qualities among cadets and students of educational institutions // *Physical Culture and Health*. 2017. № 1 (61). pp. 84–90. (In Russ.).]
48. Пугачёв И.Ю. Анализ существующих программ обучения по физической подготовке специалистов Военно-Морского Флота Российской Федерации // В сборнике: *Физическое развитие студентов в современном мире Материалы международной научно-практической конференции*. Под редакцией Л.Г.Рубис. 2019. С. 109–113. [Pugachev I.Yu. Analysis of existing training programs for the physical training of specialists of the Navy of the Russian Federation // *In the collection: Physical development of students in the modern world Materials of the international scientific and practical conference*. Edited by L. G. Rubis. 2019. pp.109–113. (In Russ.).]

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 28.08.2020 г.

Авторство:

Вклад в концепцию и план исследования — Зайцев А.Г., Сошкин П.А. Вклад в сбор данных — Сошкин П.А., Забродский Д.С. Вклад в анализ данных и выводы — Зайцев А.Г., Сошкин П.А. Вклад в подготовку рукописи — Зайцев А.Г., Сошкин П.А., Забродский Д.С.

Сведения об авторах:

Зайцев Антон Георгиевич — доктор медицинских наук, старший научный сотрудник научно-исследовательского испытательного отдела Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения «Государственный научно-исследовательский испытательный институт военной медицины» Министерства обороны Российской Федерации; 195043, Санкт-Петербург, Лесопарковая ул., д. 4; e-mail: valeeg@yandex.ru; SPIN 4915–5781, ORCID 0000–0001–5673–5039;

Сошкин Павел Александрович — кандидат медицинских наук, начальник научно-исследовательского испытательного отдела Федерального государственного бюджетного учреждения «Государственный научно-исследовательский испытательный институт военной медицины» Министерства обороны Российской Федерации; 195043, Санкт-Петербург, Лесопарковая ул., д. 4; e-mail: soshkin-med@yandex.ru; SPIN 2975–5848; Author ID 644092;

Забродский Дмитрий Сергеевич — заместитель начальника научно-исследовательского испытательного отдела ФГБУ «Государственный научно-исследовательский испытательный институт военной медицины» Министерства обороны Российской Федерации; 195043, Санкт-Петербург, Лесопарковая ул., д. 4; e-mail: diz-06@mail.ru; SPIN 8849–9014.

УДК 613.2

<http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-4-19-28>

© Мизин В.И., Иващенко А.С., Ежов В.В., Пономаренко Г.Н., Михайлов А.А., 2020 г.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПИЩЕВЫЕ ПРОДУКТЫ В ПИТАНИИ МОРЯКОВ ВОЕННО-МОРСКОГО ФЛОТА: ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

¹В. И. Мизин*, ¹А. С. Иващенко, ¹В. В. Ежов, ^{2,3}Г. Н. Пономаренко, ⁴А. А. Михайлов¹Академический научно-исследовательский институт физических методов лечения, медицинской климатологии и реабилитации имени И. М. Сеченова, Ялта, Россия²Федеральный научный центр реабилитации инвалидов имени Г. А. Альбрехта, Санкт-Петербург, Россия³Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия⁴ООО «ПРОТЭНФАРМА», Москва, Россия

Цель: оценить перспективы использования функциональных продуктов питания, обогащенных полифенолами и белками.

Материалы и методы. Анализ отечественных и зарубежных источников литературы и результатов собственных исследований.

Результаты и их обсуждение. Проведен анализ отечественных и зарубежных данных литературы и результатов собственных исследований, представлено научное обоснование для перспектив практического использования в морской медицине функциональных продуктов питания, содержащих полифенольные антиоксидантные соединения и легко усваиваемые белки. Рекомендуется использование этих продуктов питания для профилактики факторов риска развития заболеваний и действия негативных факторов профессиональной деятельности (включая радиацию), а также для реабилитации моряков, в том числе в условиях морского похода.

Ключевые слова: морская медицина, функциональный продукт питания, полифенольные соединения, белки

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Мизин В.И., Иващенко А.С., Ежов В.В., Пономаренко Г.Н., Михайлов А.А. Функциональные пищевые продукты в питании моряков Военно-Морского Флота: перспективы использования // *Морская медицина*. 2020. Т. 6, № 4. С. 19–28, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-4-19-28>.

*Контакт: Мизин Владимир Иванович, yaltamizin@mail.ru

© Mizin V.I., Ivashchenko A.S., Ezhov V.V., Ponomarenko G.N., Mikhailov A.A., 2020

FUNCTIONAL FOOD PRODUCTS IN THE NUTRITION OF SEAFARERS OF THE NAVY: APPLICATION POTENTIAL

¹Vladimir I. Mizin*, ¹Alexander S. Ivashchenko, ¹Vladimir V. Ezhov, ^{2,3}Gennady N. Ponomarenko, ⁴Andrey A. Mikhailov¹Academic Research Institute of Physical Medicine, Medical Climatology and Rehabilitation named after I. M. Sechenov, Yalta, Russia²Federal Research Centre for Rehabilitation of Disabled Persons, St. Petersburg, Russia³North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov, St. Petersburg, Russia⁴LLC «PROTENFARMA», Moscow, Russia

Purpose: to assess application potential of functional food, enriched with polyphenols and proteins. *Materials and methods.* Analysis of domestic and foreign literature sources and results of in-house studies. *Results and its discussion.* The analysis of domestic and foreign literature data and the results of in-house studies is carried out, scientific rationale for the prospects for the practical use of functional food products containing polyphenolic antioxidant compounds and easily digestible proteins in marine medicine is presented. The use of these food products is recommended for the prevention of risk factors for the development of diseases and the action of negative factors of professional activity (including radiation), as well as for the rehabilitation of seafarers, including during a sea voyage.

Key words: marine medicine, functional food product, polyphenolic compounds, proteins

Conflict of interest: authors declared no conflict of interest.

For citation: Mizin V.I., Ivashchenko A.S., Ezhov V.V., Ponomarenko G.N., Mikhailov A.A. Functional food products in the nutrition of seafarers of the navy: application potential // *Marine medicine*. 2020. Vol. 6, No. 4. P. 19–28, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-4-19-28>.

*Contact: *Mizin Vladimir Ivanovich*, yaltamizin@mail.ru

Введение. В интегрированной модели (стратегии) действий по развитию ВМФ России морская медицина рассматривается как «элемент национальной морской политики государства, важнейшим принципом которой является сохранение и защита трудовых ресурсов российского флота, развитие систем мониторинга состояния здоровья моряков. Инновационная составляющая развития морской медицины предусматривает внедрение новых оригинальных и эффективных методов организации и оказания медико-профилактической помощи с целью эффективного решения вопросов укрепления здоровья моряков.

Достижения медицинской науки и опыт эксплуатации кораблей ВМФ являются основанием для формирования современных гигиенических регламентов и медико-технических требований по обитаемости кораблей, нацеленных на совершенствование корабельных систем жизнеобеспечения и коррекцию риска негативных воздействий техногенных факторов корабля на состояние здоровья моряков. Например, заболеваемость среди плавсостава атомных подводных лодках (АПЛ) в период нахождения в морских походах в 3,7 раза повышается в сравнении с периодом нахождения на берегу. Большую долю (более 50%) заболеваемости военных моряков составляют болезни сердечно-сосудистой системы, в этиологии и патогенезе которых, наряду с общеизвестными риск-факторами, включая метаболический синдром (МС) [1, с. 7; 2, с. 4; 3, с. 32], важную роль играют специфические риски военного труда, в том числе радиоактивные загрязнения, радиационное облучение, гиподинамия и выраженный психофизиологический стресс, которые, в свою очередь, способствуют развитию МС.

В недавно опубликованной работе, которая инициировала написание нашей статьи как дополнения к представленным в ней научным данным, представлена инновационная технология использования функциональных пищевых продуктов (ФПП) для коррекции функционального состояния и здоровья военнослужа-

щих [4, с. 43]. Термин «функциональные пищевые продукты» применяется в отношении полноценных пищевых продуктов (в отличие от биологически активных добавок к пищевым продуктам), которые не только полноценно обеспечивают организм необходимыми энергетическими и пластическими пищевыми субстанциями, но оказывают также регуляторное влияние на физиологические функции, на биохимические реакции, на обмен веществ и поведенческие реакции, способствуют поддержанию здоровья, снижают риск возникновения заболеваний и ускоряют процесс выздоровления [5, с. 12; 6, с. 8; 7, с. 360; 8, с. 3; 9, с. 281]. Учитывая, что современные рационы недостаточно сбалансированы по комплексу полифенольных соединений (КП) и легко усваиваемых белков, а возможности использования ФПП с этими соединениями еще не были обсуждены в журнале «Морская медицина», мы сформулировали следующую цель нашей работы.

Цель работы: анализ перспектив практического использования в морской медицине ФПП, содержащих полифенольные антиоксидантные соединения и легко усваиваемые белки.

Материалы и методы. Анализ отечественных и зарубежных источников литературы и результатов собственных исследований.

Результаты и их обсуждение. Радиационная безопасность на АПЛ обеспечивается при коррекции дозы облучения, в том числе с использованием обогащения рациона антиоксидантами, в первую очередь для нейтрализации действия свободнорадикального окисления (СРО), вызванного повышенными дозами радиационного поражения.

В экспериментах на крысах была выявлена способность полифенолов противодействовать спонтанному (возрастному) и индуцированному (под влиянием тиреоидного гормона Т4 и ионизирующей радиации) мутагенезу. Потребление КП в течение 30 дней после однократного общего облучения ионизирующей радиацией в дозе 250 сГр (2,5 Зв) снижало частоту встречаемости гепатоцитов с аберра-

циями хромосом в 1,6 раза даже по сравнению с контрольными необлученными животными [9, с. 318; 10, с. 198].

В ряде научных и лечебных учреждений были проведены экспериментальные и клинические исследования применения КП в составе комплексного лечения онкологической патологии различных органов и систем, включавшего радиотерапию (два этапа гамма-терапии до 60 Гр) в сочетании с химиотерапией. Анемия являлась результатом как развития опухоли, так и противоопухолевой терапии. Результаты проведенного исследования показали, что прием КП в дополнение к традиционной фармакотерапии существенно быстрее приводил к повышению уровня гемоглобина свыше 90%, не снижая содержание лейкоцитов и тромбоцитов. В итоге проведенного исследования было показано, что КП является эффективным и безопасным средством лечения анемии [11, с. 66; 12, с. 69; 13, с. 73; 14, с. 171; 15, с. 52].

В современных рационах широко представлены рафинированные и консервированные продукты питания, в которых отмечается недостаток содержания природных антиоксидантов (в первую очередь полифенолов растительного происхождения) [9, с. 282]. Это указывает на важность соответствующей коррекции рациона моряков за счет обеспечения необходимого потребления комплекса полифенольных соединений. Рекомендуемые нормы потребления КП предусматривают суточную дозу 1 г, в том числе от 5 мг до 200 мг для отдельных полифенольных соединений¹. Фактическое же потребление КП в современных рационах существенно ниже, за исключением жителей Франции. В ней отмечается наибольшее по сравнению с другими странами потребление КП — в среднем $1,193 \pm 0,510$ г/сут, за счет обильного потребления виноградных вин [7, с. 256]. Это объясняет благоприятный «французский парадокс», но высокое потребление винного алкоголя оказывает негативное воздействие на здоровье и работоспособность, особенно операторов технических систем. Потребление алкоголя военнослужащими ВМФ частично обусловлено его стресс-лимитирующим действием, но положи-

тельные эффекты алкоголя существенно ниже отрицательных, в том числе медико-социальных последствий. И поэтому вина, как алкоголь- и полифенол-содержащие ФПП из винограда, не лишены существенных негативных эффектов и уступают безалкогольным полифенол-содержащим ФПП.

Показано, что среди антиоксидантных БАВ наибольшим антиоксидантным потенциалом обладает именно комплекс полифенольных соединений растительного происхождения [9, с. 298]. Известный «французский парадокс», указывающий на профилактические эффекты потребления виноградных вин в отношении заболеваний сердечно-сосудистой системы, обусловлен влиянием не повышенных объемов винного алкоголя, а КП вина, который за счет своего антиоксидантного действия является антагонистом алкоголя в отношении биохимического гомеостаза [9, с. 360; 17, с. 348]. Полифенолы винограда, обладая антиоксидантными свойствами, эффективно связывают свободные радикалы, активируют процессы взаимодействия белков пищи с пищеварительными ферментами, улучшают всасывание пептидов и аминокислот, активируют процессы этерификации жирных кислот и холестерина, препятствуя тем самым развитию атеросклероза и ишемической болезни сердца [18, с. 6; 19, с. 1]. При этом было установлено, что сам винный алкоголь, являясь прооксидантом, не оказывает такого положительного влияния и не играет главной роли в известных лечебно-профилактических свойствах виноградных вин [20, с. 686]. Изучение противоишемического эффекта перфторуглеродных препаратов, используемых в морской медицине, выявило их выраженное антиоксидантное влияние, опосредуемое в том числе через регуляторные функции монооксида азота — NO [21, с. 53; 22, с. 15]. В свою очередь, полифенолы также проявляют выраженное оптимизирующее влияние на уровень NO, на синтез эндотелиальной и индуцированной нитридоксидсинтазы (eNOS и iNOS) [23, с. 269] и активность ферментов — цитохрома P-450 и каталазы [8, с. 48; 9, с. 331; 24, с. 233; 25, с. 153; 26, с. 281; 27, с. 19]. Периодические тренировки с нор-

¹ Рациональное питание. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ. МР 2.3.1.1915-04. Утверждены Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 2 июля 2004 г. [Rational nutrition. Recommended levels of consumption of food and biologically active substances. MR 2.3.1.1915-04. Approved by the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare on July 2, 2004 (In Russ.)].

мобарической гипоксической гиперкапнической газовой средой приводят к повышению эффективности кислородтранспортной функции крови, что создает физиологический базис для повышения толерантности к физическим нагрузкам (ФН) и толерантности к психоэмоциональному стрессу. Аналогичное действие на кислородтранспортную функцию крови и толерантность к ФН и к психоэмоциональному стрессу оказывает регулярное потребление ФПП с повышенным содержанием полифенолов [9, с. 345; 28, с. 274; 29, с. 23]. Важность коррекции психофизиологического состояния операторов сложных технических систем, широко представленных на кораблях ВМФ, обусловлена все возрастающей сложностью решаемых ими задач. Эксперименты на крысах на модели двусторонней окклюзионно-реперфузионной ишемии сонной артерии были проведены в «Стамбульском университете» (Турция) и «Университете г. Лунд» (Швеция). Вследствие того, что ткани мозга богаты полиненасыщенными липидами и прооксидативными ионами металлов, а также имеют очень низкую антиоксидантную активность, они весьма чувствительны к вызванному ишемией увеличению содержания реактивных кислородных соединений, которые вызывают разрушения липидов, ДНК, углеводов и белков и продукцию нескольких воспалительных протеинов, приводящих к гибели нейронов. Эксперименты выявили достоверные изменения данных электроэнцефалографии (ЭЭГ) у крыс, принимавших КП перед и после наступления ишемии, в сравнении с данными ЭЭГ до начала эксперимента. У животных, принимавших КП в пре- и постишемический период, достоверно увеличивался уровень глутатиона и снижалась концентрация TBARS (соединений, вступающих в реакцию с тиобарбитуровой кислотой, которые наиболее часто используются в качестве маркера оксидативного поражения тканей). Эти данные подтверждают гипотезу, что прием КП в пре- и постишемическом периодах оказывает нейро-протекторное действие в отношении церебральной ишемии [9, с. 345]. В «Центре наркологии и психосоматической медицины Медисса» (г. Симферополь) было проведено исследование применения КП при лечении и профилактике синдрома алкогольной зависимости. Основной проблемой при лечении этой патологии является резкое повышение уровня тревоги и депрессии после отмены употребления алкоголя. Проведенные исследования выявили, что в ос-

новной группе с приемом КП на 15% был снижен уровень депрессии (по шкале BDI) и на 12% был снижен уровень тревоги (по шкале HAM-A), что позволило провести более эффективную терапию синдрома [9, с. 345].

В Крымском государственном гуманитарном университете (г. Ялта) выполнено исследование применения КП для оптимизации умственной работоспособности студентов (использованы обучение как модель функционирования оператора и тестирование по опроснику ММПИ). Установлено, что потребление КП в суточной дозе 560 мг (56% от суточной нормы потребления) обеспечило в основной группе повышение на 5,1–53,6% большинства параметров умственной деятельности и психоэмоционального статуса (настроения, активности, производительности, концентрации внимания, качества и скорости обработки визуальной информации, краткосрочной и рабочей памяти, полноты и точности выполнения задания) [30, с. 229]. Установлено, что более половины моряков (59,43%) уходят в продолжительные походы с несанированной полостью рта. В среднем на 1 моряка приходится 1,76 кариозных зуба, а 91,51% моряков уходят в плавание с хронической воспалительной патологией пародонта, что требует усиления контроля санации в предпоходный период и расширения возможностей по профилактике и лечению стоматологической патологии в период длительного похода. Антиоксидантные и противовоспалительные свойства полифенолов повышают эффективность профилактики и лечения стоматологической патологии. В «Крымском медицинском университете им. С. И. Георгиевского» (г. Симферополь) была исследована эффективность применения КП в комплексном лечении переломов нижней челюсти, периодонтитов, травматических остеомиелитов и парадонтоза. Применение КП позволило к 7-му дню лечения добиться нормализации микробных показателей, улучшения состояния иммунитета. Отмечена нормализация содержания Т-лимфоцитов, относительного и абсолютного содержания общих Т-клеток (CD3⁺) и соотношения регуляторных субпопуляций Т-лимфоцитов (улучшение показателей процентного содержания CD4⁺- и CD8⁺-клеток), В-лимфоцитов, иммуноглобулинов IgA и IgG, содержание фагоцитирующих сегментоядерных нейтрофилов и лизоцима в крови, показателей гигиены полости рта. У пациентов с переломами произошло снижение интенсив-

ности гингивита и ускорение положительной динамики основных клинических симптомов в среднем на 2–3 суток раньше, чем в контрольной группе [9, с. 324].

Повышенная потребность в антиоксидантных БАВ возникает также: 1) при стрессе, 2) при воздействии вредных техногенных факторов внешней среды, в том числе радиации, 3) при старении, 4) при избыточной или недостаточной физической активности (гиподинамии), 5) при заболеваниях, сопровождающихся активизацией процессов СРО, 6) при курении, 7) при алкоголизме, 8) при применении лекарств, механизм действия которых включает нарушение всасывания биоантиоксидантов в желудочно-кишечном тракте, 9) при поступлении в организм ксенобиотиков, вызывающих активизацию процессов СРО, в том числе радиоактивных веществ, химических соединений технических жидкостей и газов и ряда фармакологических препаратов (цитостатики, антибиотики, наркотические и ненаркотические анальгетики, нестероидные противовоспалительные средства). Алиментарные факторы снижения антиоксидантного статуса связаны как с недостаточным поступлением с пищей антиоксидантов (аскорбиновая кислота, витамин А и Е, бета-каротин и полифенолы, в том числе флавоноиды), так и с избыточным поступлением с пищей прооксидантов (в том числе алкоголя и веществ, нарушающих функцию ферментных и неферментных звеньев антиоксидантной системы организма — нитритов, нитратов, продуктов окисления жиров, ядохимикатов, соединений свинца, ртути и кадмия, и др.) и с нарушением оптимального соотношения в рационе между биоантиоксидантами и пищевыми веществами, прямо или косвенно оказывающими прооксидантное действие (избыточная калорийность питания, чрезмерное потребление жиров, особенно рафинированного растительного масла и продуктов с высоким содержанием холестерина, витамина D и др.). Именно поэтому включение ФПП с полифенольными соединениями является перспективным направлением повышения эффективности комплексной профилактики, лечения и реабилитации.

В Крымском медицинском университете им. С. И. Георгиевского (г. Симферополь) и в Ака-

демическом НИИ физических методов лечения, медицинской климатологии и реабилитации им. И. М. Сеченова (г. Ялта) были исследованы клинические эффекты применения КП в составе комплексного лечения у пациентов с гипертонической болезнью (ГБ), хронической ишемической болезнью сердца (ИБС) и хроническим бронхитом (ХБ). Примененные в ходе исследования методы оценки влияния КП включали в себя: 1) оценку качества жизни больных, 2) оценку изменения уровня стресса и 3) оценку морфофункциональных параметров ведущих физиологических систем по данным объективных, лабораторных и функциональных методов исследований (всего контролировались 72 параметра). Оценка влияния на качество жизни осуществлялась с учетом изменений выраженности 13 патологических симптомов и психологических тестов [9, с. 330].

По результатам исследований выявлены статистически значимые эффекты КП, общие для всех исследованных пациентов: оптимизация кислородзависимого энергообмена (в том числе функций кардиореспираторной системы и кислородтранспортные функции красной крови), повышение толерантности к ФН, нормализация обмена липидов и снижение выраженности метаболического синдрома (МС), активация антиоксидантной системы (в том числе каталазы и цитохрома P-450) и снижение выраженности психосоматических синдромов (в том числе синдрома хронической усталости и синдрома алкогольной зависимости) [9, с. 331]. Применение КП сопровождалось также снижением риск-фактора развития заболеваний сердечно-сосудистой системы, которым является потребление алкоголя (желание употребить алкоголь уменьшилось в среднем у 57% больных ГБ, у 37% больных ИБС и у 16% больных ХБ) [9, с. 345]. Однако отмечаются и различия в комплексном действии КП в зависимости от нозологической формы¹ [9, с. 338].

Многочисленные положительные оптимизирующие эффекты КП проявились у больных ГБ по отношению к параметрам функционирования кардиореспираторной системы (КРС) и других систем, в том числе: улучшением аускультативного характера дыхания, уменьше-

¹ Пономаренко Г.Н., Богадельников И.В., Ежов В.В., Загайко А.Л., Мизин В.И. Полифенолы винограда в медицинской реабилитации и профилактике заболеваний кардиореспираторной системы. Методические рекомендации. СПб., 2012. 17 с. [Ponomarenko G.N., Bogadelnikov I.V., Yezhov V.V., Zagayko A.L., Mizin V.I. Grape polyphenols in medical rehabilitation and prevention of diseases of the cardio-respiratory system. Guidelines. St. Petersburg, 2012, 17 p. (In Russ.)].

ния частоты дыхания (ЧД) и увеличением дыхательного объема (ДО); уменьшением минутного объема крови (МОК), мощности миокарда (ММ) и частоты сердечных сокращений (ЧСС) в покое; уменьшением уровня бета-липопротеидов и увеличением активности каталазы сыворотки крови, а также увеличением цветового показателя красной крови.

При ХБ отмечаются следующие положительные эффекты КП: уменьшение жалоб на затрудненное дыхание и кашель, увеличение пробы Генчи и увеличение количества эритроцитов одновременно с ростом мощности красной крови, уменьшение палочкоядерных нейтрофилов и снижение уровня стресса (по гематологическому тесту Гаркави), уменьшение большего, чем оптимальный, и увеличение меньшего, чем оптимальный, минутного объема дыхания (МОД), увеличение ДО и снижение ЧСС, увеличение максимальной объемной скорости потока выдыхаемого воздуха (МОС) на уровне 75 и 50% форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ), уменьшение индекса Робинсона, оптимизация индекса Кердо, активация цитохрома Р-450 [9, с. 344].

Положительное влияние КП проявилось у больных ИБС по отношению к параметрам функционирования КРС и других систем, в том числе: уменьшением жалоб (на одышку, на утомляемость, на боли в области сердца и головные боли, на головокружение, на чувство тревожности) и уменьшением всех жалоб в целом; оптимизацией систолического и диастолического артериального давления крови (САД и ДАД), ЧСС и индекса Робинсона; уменьшением протромбинового индекса и холестерина крови и увеличением активности каталазы [9, с. 345].

Экспериментальные и клинические данные о влиянии КП свидетельствуют, что его лечебно-профилактическое действие обеспечивает достаточная суточная доза КП, равная 9–10 мг суммарных полифенолов на кг массы тела [9, с. 349]. Негативные реакции на прием КП выявляются в единичных случаях, и тем меньше, чем больше больные употребляют алкоголь и чем больше выражены жалобы и другие параметры, которые свидетельствуют о дисбалансе кислородного энергообмена (одышка, утомляемость, головокружение, боли и перебои в сердце, сердцебиение, индекс Робинсона), о нарушениях вентиляции и гемодинамики (затрудненное дыхание, удушье, сни-

женные МОС 75% и МОС 25%, увеличенные ЧД, САД, ДАД и ЧСС), о недостаточности стресс-лимитирующих и противовоспалительных реакций (потливость, влажность кожи, тест Ридера, частота всех реакций адаптации и стресса по Гаркави, хрипы в легких, перкуторный звук, характер мокроты, СОЭ) [9, с. 347].

К факторам, повышающим риск нарушения здоровья моряков, можно отнести и существенное снижение энергозатрат на ФН при гиподинамии и сопровождающее ее снижение массы мышц на фоне невозможности индивидуализированной коррекции рациона за счет дополнительных белковых продуктов, не предусмотренных рационом для моряков на АПЛ в условиях корабельного похода. На фоне сохраняющегося привычного пищевого поведения (достаточно высоко калорийного за счет углеводов и жиров), это может вызвать развитие ожирения и МС, т.е. сочетания ожирения с повышением АД и нарушением обмена липидов. Для офицеров ВМФ именно повышение АД, избыточная масса тела и ишемическая болезнь сердца (ИБС) составляют суммарно 32,6% причин преждевременных увольнений по состоянию здоровья. Значимым профилактическим средством для сохранения и укрепления здоровья личного состава ВМФ должно стать формирование правильного пищевого поведения и оптимизация рациона, в том числе за счет использования соответствующих ФПП [19, с. 45]. Концепция функционального питания предусматривает обогащение рациона БАВ, в том числе дополнительными количествами легко усваиваемых ценных белков [4, с. 48] и антиоксидантными полифенольными соединениями [9, с. 282].

По энергетическому эквиваленту и основным макро- и микронутриентам (белки, жиры, углеводы, витамины и минералы) современный рацион моряков сбалансирован, хотя и не в полной мере с учетом введения в ВС РФ новой модели физической подготовки. Ее внедрение вызывает у 54% военнослужащих желание приобрести дополнительные пищевые продукты, при этом белоксодержащие продукты дополнительно приобретают 18% опрошенных, а углеводсодержащие (кондитерские изделия, овощи и фрукты) дополнительно приобретали 48%. Для улучшения баланса белков, углеводов и других БАВ разработаны отечественные инновационные ФПП серии «Пептопротэн» (форма выпуска — сухие смеси и батончики), в состав которых вхо-

дят высокоочищенные (изолированные) и полноценные по аминокислотному балансу белки серии СУПРО с максимальным коэффициентом усвояемости, макроэнергии (мальтодекстрин, омега 3–6 жирные кислоты, триглицериды), биологически активные вещества (L-карнитин, янтарная кислота) и микроэлементы в органической форме (селен и фосфор).

В одном батончике¹ содержится широкий спектр минеральных микронутриентов, что в соответствии с МР 2.3.1.2432-08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» позволяет обеспечить организму мужчины до 48, 16 и 25% от суточной нормы потребления железа, марганца и хрома (соответственно) при ежедневном употреблении в пищу 1 батончика. Содержание в составе батончика не только белков, но и углеводов при достаточно высокой калорийности может комплексно обеспечить дополнительные энергетические потребности военнослужащих, не предусмотренные действующими нормами питания, но вызванные введением в ВС РФ новой модели физической подготовки. В Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова (г. Санкт-Петербург) и Академическом НИИ физических методов лечения, медицинской климатологии и реабилитации им. И. М. Сеченова (г. Ялта) проведены исследования ФПП серии «Полипротэн». В состав продукта (форма выпуска батончик) входили: белки — 10 г (из них гидролизат белка в виде пептидных комплексов и свободных аминокислот — 4 г), жиры — 7 г, углеводы — 23 г (из них пищевые волокна 7 г), L-карнитин — 0,2 г, гемобин — 1 г, витаминный и минеральный комплекс — 0,5 г; кокосовая стружка, какао порошок, патока, шоколадная глазурь — 8,3 г. Энергетическая ценность равна 203 ккал, безбелковая калорийность — 163 ккал. Продукт выпускается в герметичной упаковке по 50 г. Употребление батончика в качестве дополнительного продукта питания положительно влияло на показатели функционального состояния и физической работоспособности, а также на результаты сдачи нормативов физической подготовки военнослужащими. В клинических исследованиях выявлены белково-корректирующий, липид-корректирующий, катаболический,

цитопротекторный и коагулокорректирующий эффекты. У пациентов с ИБС снижается выраженность жалоб на усталость, одышку и боль в сердце, уменьшаются ЧСС, ДАД и содержание β-липопротеидов, увеличивается толерантность к ФН, а при сопутствующих хронических болевых околоуставных синдромах снижается степень вегетативной дисфункции и выраженность жалоб, улучшается качество жизни, психологический статус и функции опорно-двигательного аппарата.

Приведенные данные свидетельствуют, что включение ФПП с полифенолами и биологически ценными белками в состав рациона моряков обеспечит более успешное достижение следующих клинических целей профилактики и восстановительного лечения: 1) уменьшение действия факторов риска, в том числе радиации, 2) уменьшение психоэмоционального стресса, 3) улучшение коррекции функций вегетативной нервной системы, 4) уменьшение выраженности процессов воспаления и нормализация иммунного статуса, 5) нормализация функции внешнего дыхания; 6) нормализация параметров кислородтранспортной функции крови; 7) нормализация артериального давления и гемодинамики; 8) повышение эффективности функционирования и увеличение функциональных резервов кардиореспираторной системы; 9) нормализация обмена липидов; 10) увеличение резервов детоксикации и антиоксидантного потенциала; 11) повышение толерантности к физической нагрузке, 12) повышение умственной работоспособности и 13) улучшение качества жизни.

Заключение. Современные научные данные свидетельствуют, что функциональные продукты питания, обогащенные полифенолами и биологически ценными белками, могут быть использованы в составе рациона военных моряков для успешной профилактики факторов риска развития заболеваний (сердечно-сосудистой, дыхательной, нервной и иммунной систем и системы крови) и действия негативных факторов профессиональной деятельности (включая радиацию), а также для реабилитации нарушенного морфо-функционального состояния моряков, в том числе в условиях морского похода.

¹ Пономаренко Г.Н. «Пептопротэн Баланс» в реабилитации и профилактике заболеваний сердечно-сосудистой системы. Методические рекомендации. СПб., 2015. 14 с. [Ponomarenko G.N. «Peptoprotene Balance» in the rehabilitation and prevention of diseases of the cardiovascular system. Guidelines. St. Petersburg, 2015, 14 p. (In Russ.)].

Литература / References

1. Загайко А.Л., Воронина Л.М., Стрельченко К.В. *Метаболічний синдром: механізми розвитку та перспективи антиоксидантної терапії*. Монографія. Харків: Видавництво НФаУ «Золоті сторінки», 2007. 216 с. [Zagayko A.L., Voronina L.M., Strelchenko K.V. *Metabolic syndrome: mechanisms of development and perspectives of antioxidant therapy*. Monograph. Kharkiv. Publishing of NPhaU «Golden Sheets», 2007, 216 p. (In Russ.)].
2. Хутиев Т.В., Чернышёв А.В., Быков А.Т., Вартазарян М.А., Лобасов Р.В., Брюсова А.А. *Диагностика, профилактика и лечение метаболического синдрома*. Краснодар-Сочи, 2015. 192 с. [Khutiev T.V., Chernyshev A.V., Bykov A.T., Vartazaryan M.A., Lobasov R.V., Bryusova A.A. *Diagnosis, prevention and treatment of metabolic syndrome*. Krasnodar-Sochi, 2015, 192 p. (In Russ.)].
3. Антонюк М.В., Новгородцева Т.П., Денисенко Ю.К., Гвозденко Т.А., Кантур Т.А. *Метаболический синдром. Актуальные вопросы диагностики, патогенеза и восстановительного лечения*: монография. Владивосток: Изд-во Дальневосточного федерального университета, 2018. 212 с. [Antonyuk M.V., Novgorodtseva T.P., Denisenko Yu.K., Gvozdenko T.A., Kantur T.A. *Metabolic syndrome. Topical issues of diagnosis, pathogenesis and rehabilitation treatment*. Monograph. Vladivostok: Publishing House of the Far Eastern Federal University, 2018, 212 p. (In Russ.)].
4. Андриянов А.И., Кравченко Е.В., Кузьмин С.Г., Лазаренко Л.П., Коростелева О.Г., Сметанин А.Л., Дарьина Н.И., Коновалова И.А. Состояние и перспективы использования функциональных пищевых продуктов в питании населения и военнослужащих // *Морская медицина*. 2020. Т. 6, № 1. С. 43–55. doi: 10.22328/2413-5747-2020-6-1-43-55 [Andriyanov A.I., Kravchenko E.V., Kuz'min S.G., Lazarenko L.P., Korosteleva O.G., Smetanin A. L., Dar'ina N.I., Konovalova I.A. States and application potential of functional foods in nutrition of population and military personnel. *Marine medicine*. 2020. Vol. 6, No. 1, pp. 43–55. doi: 10.22328/2413-5747-2020-6-1-43-55 (In Russ.)].
5. *The Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. 2nd ed. Ed. Benjamin Caballero. Academic Press, 2003. 6000 p. doi: 9780122270550/encyclopedia-of-food-sciences-and-nutrition.
6. *Nutraceuticals. Efficacy, Safety and Toxicity*. Ed. R.C. Gupta. Academic Press, 2016. 1040 p. doi: 10.1016/C2014-0-01870-9.
7. Santana-Gálvez J., Cisneros-Zevallos L., Jacobo-Velázquez D.A. Chlorogenic Acid: Recent Advances on Its Dual Role as a Food Additive and a Nutraceutical against Metabolic Syndrome // *Molecules*. 2017. Vol. 22, No. 3. P. 358–379. doi: 10.3390/molecules22030358.
8. Мизин В.И., Ежов В.В., Северин Н.А., Дудченко Л.Ш., Яланецкий А.Я., Загоруйко В.А. Функциональная активность биологически активных веществ винограда (научный обзор) // *Труды ГБУЗ РК «Академический НИИ физических методов лечения, медицинской климатологии и реабилитации имени И.М.Сеченова»*. Т. XXVI. Ялта, 2015. С. 1–58. [Mizin V.I., Yezhov V.V., Severin N.A., Dudchenko L.Sh., Yalanetsky A.Ya., Zagoruiko V.A. Functional activity of biologically active substances of grapes (scientific review). *Proceedings of SBHI RC «Academic Research Institute of Physical Methods of Treatment, Medical Climatology and Rehabilitation named after I.M.Sechenov»*. Vol. XXVI. Yalta, 2015. P. 1–58 (In Russ.)].
9. *Виноград. Вино. Эноотерапия* / под общ. ред. В.И. Мизина, А.Я. Яланецкого. Ялта: ООО «Бизнес-Информ», 2018. 528 с. [Grapes. Wine. Enotherapy. Ed. V.I. Mizin, A.Ya. Yalanetsky. Yalta: LLC «Business-Inform», 2018, 528 p. (In Russ.)].
10. Timchenko O., Brezitska N., Procuk O. Spontaneous and induced mutagenesis: the necessity and possibilities of its prevention with grape polyphenol concentrate ENOANT // *Advanced Bioactive Compounds Countering the Effects of Radiological, Chemical and Biological Agents*. Ed. G.N.Pierce, V.I.Mizin, A.Omelchenko. Dordrecht: Springer, 2013. P. 191–200.
11. Соляник Г.И., Тодор И.Н., Шпилевая С.И., Пясковская О.Н., Дасюкевич О.И., Чехун В.Ф. Использование «Эноанта» для коррекции токсических проявлений противоопухолевой терапии цисплатином в эксперименте // *Проблемы, достижения и перспективы развития медико-биологических наук и практического здравоохранения. Труды Крымского государственного медицинского университета им. С.И. Георгиевского. Материалы научной конференции с международным участием «Биологически активные природные соединения винограда-III: гигиенические и медицинские эффекты применения продуктов с высоким содержанием полифенолов винограда»*. Ялта, 17–18 декабря 2004. Симферополь, 2005. Т. 141, ч. 1. С. 60–67. [Solyanik G.I., Todor I.N., Shpilevaya S.I., Pyaskovskaya O.N., Dasyukevich O.I., Chekhun V.F. The use of ENOANT for the correction of toxic manifestations of antitumor therapy with cisplatin in the experiment // *Problems, achievements and prospects for the development of biomedical sciences and practical health care. Proceedings of the Crimean State Medical University named after S.I.Georgievsky. Materials of the scientific conference with international participation «Biologically active natural compounds of grapes-III: hygienic and medical effects of the use of products with a high content of grape polyphenols»*. Yalta, December 17–18, 2004. Simferopol, 2005, Vol. 141, part 1, pp. 60–67 (In Russ.)].
12. Банахевич Н.В., Олийниченко Г.П., Брезницкая Н.М., Соляник Г.И. Использование «Эноанта» для коррекции анемий у онкологических больных (клиническое исследование) // *Проблемы, достижения и перспективы развития медико-биологических наук и практического здравоохранения. Труды Крымского государственного медицинского*

- университета им. С.И. Георгиевского. Материалы научной конференции с международным участием «Биологически активные природные соединения винограда-III: гигиенические и медицинские эффекты применения продуктов с высоким содержанием полифенолов винограда». Ялта, 17–18 декабря 2004. Симферополь, 2005. Т. 141, ч. 1. С. 68–71. [Banakhevich N.V., Olynychenko G.P., Brezitskaya N.M., Solyanik G.I. The use of ENOANT for the correction of anemia in cancer patients (clinical study). *Problems, achievements and prospects for the development of biomedical sciences and practical health care. Proceedings of the Crimean State Medical University named after S.I. Georgievsky. Materials of the scientific conference with international participation «Biologically active natural compounds of grapes-III: hygienic and medical effects of the use of products with a high content of grape polyphenols». Yalta, December 17–18, 2004. Simferopol, 2005, Vol. 141, part 1, pp. 68–71 (In Russ.)].*
13. Янушевский В.И., Подшивалов Б.В., Мизин В.И., Огай Ю.А., Загоруйко В.А. Клинико-морфологические критерии онкопротекторных и гематопротекторных свойств пищевого концентрата полифенолов винограда «Эноант» // *Проблемы, достижения и перспективы развития медико-биологических наук и практического здравоохранения. Труды Крымского государственного медицинского университета им. С.И.Георгиевского: материалы научной конференции с международным участием «Биологически активные природные соединения винограда-III: гигиенические и медицинские эффекты применения продуктов с высоким содержанием полифенолов винограда». Ялта, 17–18 декабря 2004. Симферополь, 2005. Т. 141, ч. 1. С. 72–75. [Yanushevsky V.I., Podshivalov B.V., Mizin V.I., Ogay Yu.A., Zagoruiko V.A. Clinical and morphological criteria for oncoprotective and hematoprotective properties of the food concentrate of grape polyphenols ENOANT. *Problems, achievements and prospects for the development of medical and biological sciences and practical health care. Proceedings of the Crimean State Medical University named after S.I.Georgievsky. Materials of the scientific conference with international participation «Biologically active natural compounds of grapes-III: hygienic and medical effects of the use of products with a high content of grape polyphenols». Yalta, December 17–18, 2004. Simferopol, 2005, Vol. 141, part 1, pp. 72–75 (In Russ.)].**
 14. Zagoruiko V., Mizin V., Bogadelnikov I., Ogay U. The dietary grape polyphenol concentrate ENOANT enables protection against biological agents // *Counteraction to Chemical and Biological Terrorism in East European Countries*. Ed. C.Dishovsky, A.Pivovarov. Dordrecht: Springer, 2009. P. 167–176.
 15. Solyanik G., Mizin V.I., Pyaskovskaya O., Banakhevich N., Ogay Yu.A. Correction of the cancer therapy-induced anemia by the grape polyphenol concentrate ENOANT // *Advanced Bioactive Compounds Countering the Effects of Radiological, Chemical and Biological Agents*. Ed. G.N. Pierce, V.I. Mizin, A. Omelchenko. Dordrecht: Springer, 2013. P. 43–54.
 16. Dayouba O., Andriantsitohainaa R., Clerea N. Pleiotropic beneficial effects of epigallocatechin gallate, Quercetin and delphinidin on cardiovascular diseases associated with endothelial dysfunction // *Cardiovascular & Hematological Agents in Medicinal Chemistry*. 2013. No. 11. P. 249–264.
 17. Биологически активные вещества винограда и здоровье. Монография / под ред. А.Л. Загайко. Харьков: Форт, 2012. 404 с. [*Biologic active substances and health*. Monography. Ed. A.L. Zagaiko. Kharkov: Publishing house Fort, 2012, 404 p. (In Russ.)].
 18. Singh R.B., De Meester F., Wilkczynska A., Wilson D.W., Lanzmann D., Shastun S.A., Chibisov S., Khochunski P., Velangi P.S., Awory E., Sharma A., Jain M., Buttar S.H. Can wine and moderate alcohol intake act as functional food nutraceuticals? // *Open Nutraceuticals. J.* 2014. No. 7. P. 1–7.
 19. Chacar S., Hajal J., Saliba Y., Bois P., Louka N., Maroun R.G., Faivre J.-F., Fares N. Long-term intake of phenolic compounds attenuates age-related cardiac remodeling // *Aging Cell*. 2019. Vol 2, No. 18. e12894. doi: 10.1111/ace1.12894.
 20. Jackson R.S. *Wine science. Principles and applications*. 3rd ed. Oxford: Elsevier, 2008. 794 p.
 21. Реутов В.П., Гоженко А.И., Сорокина Е.Г., Насибуллин Б.А., Бабиенко В.В., Косицын И.С. *Проблемы оксида азота и цикличности в биологии и медицине*. Одесса, 2005. 123 с. [Reutov V.P., Gozhenko A.I., Sorokina E.G., Nasibullin B.A., Babienko V.V., Kositsyn I.S. *Problems of nitric oxide and cyclicity in biology and medicine*. Odessa, 2005, 123 p. (In Russ.)].
 22. Lancaster J.R. Nitric oxide: a brief overview of chemical and physical properties relevant to therapeutic applications // *Future science*. 2015. Vol. 1. No.1. Special report. doi: 10.4155/fso.15.59.
 23. Bonnefont-Rousselot D. Resveratrol and cardiovascular diseases. Review // *Nutrients*. 2016. Vol. 5, No. 8. P. 250–269. doi: 10.3390/nu8050250.
 24. Mizin V.I., Ogay Yu.A. Catastrophe medicine and environmental security: the dietary grape polyphenol concentrate ENOANT as functional food in prevention and treatment // *Environmental and Food Safety and Security for South-East Europe and Ukraine*. Ed. K. Vitale. Dordrecht: Springer, 2012. P. 229–240.
 25. Hnatush A.R., Drel V.R., Hanay N.A., Yalaneckyy A.Ya., Mizin V.I., Sybirna N.O. The protective effects of natural polyphenolic complexes of grape wine on organism exposed to oxidative and nitrosative stress under diabetes mellitus

- // *Advanced Bioactive Compounds Countering the Effects of Radiological, Chemical and Biological Agents*. Ed. G.N.Pierce, V.I.Mizin, A.Omelchenko. Dordrecht: Springer, 2013. P. 145–162.
26. Zagayko A., Krasilnikova O., Kravchenko A. Wine components normalize the cytochrome P450 content in the liver and kidneys of rats under neurogenic stress // *Advanced Bioactive Compounds Countering the Effects of Radiological, Chemical and Biological Agents*. Ed. G.N. Pierce, V.I. Mizin, A. Omelchenko. Dordrecht, Springer, 2013. P. 277–287.
27. Пономаренко Г.Н., Мизин В.И., Ежов В.В., Круглова А.Ю., Устименко А.А. Оценка применения полифенолов винограда в составе синдромно-патогенетического восстановительного лечения при патологии кардиореспираторной системы // *Физиотерапевт*. 2012. № 1. С. 6–20. [Ponomarenko G.N., Mizin V.I., Ezhov V.V., Kruglova A.Yu., Ustimenko A.A. Evaluation of the use of grape polyphenols in the composition of syndromic-pathogenetic rehabilitation treatment for pathology of the cardio-respiratory system. *Physiotherapist*, 2012, No. 1, pp. 6–20 (In Russ.)].
28. Iezhov V.V., Mizin V.I., Yalaneckyy A.Ya. Bioactive compounds of Crimean wines countering the stress experienced by personnel // *Advanced Bioactive Compounds Countering the Effects of Radiological, Chemical and Biological Agents*. Ed. G.N.Pierce, V.I.Mizin, A.Omelchenko. Dordrecht: Springer, 2013. P. 271–276.
29. Пономаренко Г.Н., Ежов В.В., Мизин В.И. Применение полифенолов винограда для оптимизации функционального состояния физиологических систем, обеспечивающих толерантность к физическим нагрузкам // *Физиотерапевт*. 2012. № 12. С. 12–25. [Ponomarenko G.N., Ezhov V.V., Mizin V.I. The use of grape polyphenols to optimize the functional state of physiological systems that provide tolerance to physical activity. *Physiotherapist*, 2012, No. 12, pp. 12–25 (In Russ.)].
30. Bruner E.Y., Mizin V.I. Grape polyphenols attenuate psychological stress // *Advanced Bioactive Compounds Countering the Effects of Radiological, Chemical and Biological Agents*. Ed. G.N.Pierce, V.I.Mizin, A.Omelchenko. Dordrecht: Springer, 2013. P. 229–240.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 17.09.2020 г.

Авторство:

Вклад в концепцию и план исследования — В.И.Мизин, А.С.Иващенко, В.В.Ежов, Г.Н.Пономаренко, А.А.Михайлов. Вклад в сбор данных — В.И.Мизин, А.С.Иващенко, В.В.Ежов, Г.Н.Пономаренко, А.А.Михайлов. Вклад в анализ данных и выводы — В.И.Мизин, А.С.Иващенко, В.В.Ежов, Г.Н.Пономаренко, А.А.Михайлов. Вклад в подготовку рукописи — В.И.Мизин, А.С.Иващенко, В.В.Ежов, Г.Н.Пономаренко, А.А.Михайлов.

Сведения об авторах:

Мизин Владимир Иванович — доктор медицинских наук, доцент, заведующий научно-исследовательским отделом физиотерапии, медицинской климатологии и курортных факторов Государственного бюджетного учреждения здравоохранения Республики Крым «Академический научно-исследовательский институт физических методов лечения, медицинской климатологии и реабилитации им. И.М.Сеченова»; 298604, г. Ялта, ул. Мухина, д. 10/3; e-mail: yaltamizin@mail.ru;

Иващенко Александр Сергеевич — заслуженный врач Республики Крым, директор Государственного бюджетного учреждения здравоохранения Республики Крым «Академический научно-исследовательский институт физических методов лечения, медицинской климатологии и реабилитации им. И.М.Сеченова»; 298604, г. Ялта, ул. Мухина, д. 10/3;

Ежов Владимир Владимирович — доктор медицинских наук, профессор, заместитель по научной работе директора Государственного бюджетного учреждения здравоохранения Республики Крым «Академический научно-исследовательский институт физических методов лечения, медицинской климатологии и реабилитации им. И.М. Сеченова»; 298604, г. Ялта, ул. Мухина, д. 10/3;

Пономаренко Геннадий Николаевич — доктор медицинских наук, профессор, генеральный директор Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный научный центр реабилитации инвалидов им. Г.А. Альбрехта», заведующий кафедрой физической и реабилитационной медицины Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И.Мечникова», 191015, Санкт-Петербург, Кирочная ул., д. 41;

Михайлов Андрей Андреевич — врач-реаниматолог высшей категории, генеральный директор общества с ограниченной ответственностью «ПРОТЭНФАРМА»; 107113, г. Москва, ул. Шумкина, д. 20, стр. 1.

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ / ORIGINAL ARTICLE**ВЛИЯНИЕ МОРСКОГО КЛИМАТА
INFLUENCE OF THE MARINE CLIMATE**

УДК 612.1

<http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-4-29-37>

© Демидов В.И., Троценко А.А., Закревский Ю.Н., Милякова Л.В., 2020 г.

**ФАКТОРЫ НЕСПЕЦИФИЧЕСКОЙ РЕЗИСТЕНТНОСТИ У ЖИТЕЛЕЙ
МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ И РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ**¹В. И. Демидов, ²А. А. Троценко, ^{2,3}Ю. Н. Закревский*, ²Л. В. Милякова¹Университет Западной Вирджинии, Шарлотсвилл, США²Мурманский арктический государственный университет, г. Мурманск, Россия³1469 Военно-морской клинический госпиталь, г. Североморск, Россия

Целью исследования явилось изучение факторов неспецифической резистентности у жителей Мурманской области и Республики Карелия и возможного влияния на них различных природных и промышленных факторов внешней среды. *Материалы и методы:* исследованы показатели клеточного и гуморального иммунитета, оцененные у 2224 человек, проживающих в Мурманской области (n=1118) и в Республике Карелия (n=1106), за период с 2001 по 2018 г. Методами исследования явились проведение буккальных проб, определение бактерицидной активности кожи, цитохимические исследования (гликоген, щелочная фосфатаза) периферической крови и дифференциального анализа эритроцитов. Согласно полученным данным показатели неспецифической резистентности у жителей Мурманской области в среднем находятся в пределах нормы, в отличие от аналогичных показателей у жителей Республики Карелия.

Результаты их обсуждения: проведенные исследования выявили, что показатели крови человека взаимосвязаны с показателями его неспецифического иммунитета при адаптации к неблагоприятным экологическим условиям промышленных городов. На региональные природные и промышленные факторы реагировали следующие показатели крови жителей изученных районов: гликоген в лимфоцитах и нейтрофилах, базофилах, моноцитах, лейкоцитах, сегментоядерных нейтрофилах. Комплексные методы исследования неспецифической резистентности организма могут быть рекомендованы в качестве экспресс-диагностики влияния факторов внешней среды на состояние организма человека в целом.

Ключевые слова: морская медицина, арктические широты, здоровьесбережение, неспецифическая резистентность, клеточный и гуморальный иммунитет человека

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Демидов В.И., Троценко А.А., Закревский Ю.Н., Милякова Л.В. Факторы неспецифической резистентности у жителей Мурманской области и Республики Карелия // *Морская медицина*. 2020. Т. 6, № 4. С. 29–37, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-4-29-37>.

*Контакт: *Закревский Юрий Николаевич*, zakrev.sever@bk.ru

© Demidov V.I., Trotsenko A.A., Zakrevsky Yu.N., Milyakova L.V., 2020

**FACTORS OF NONSPECIFIC RESISTANCE IN RESIDENTS OF THE
MURMANSK REGION AND THE REPUBLIC OF KARELIA**¹Vladimir I. Demidov, ²Alla A. Trotsenko, ^{2,3}Yuri N. Zakrevsky*, ²Larisa V. Milyakova¹West Virginia University, Charlottesville, USA²Murmansk Arctic state University, Murmansk, Russia³1469 Naval clinical hospital, Severomorsk, Russia

The aim of the research was to study the factors of nonspecific resistance in residents of the Murmansk region and the Republic of Karelia and the possible influence of various natural and industrial environmental factors on them. *Materials and methods:* the indicators of cellular and humoral immunity were studied, evaluated in 2224 people living in the Murmansk region (n=1118) and in the Republic of Karelia (n=1106), for the period from 2001 to 2018. The

methods used to study were buccal tests, bactericidal activity of the skin, cytochemical studies (glycogen, alkaline phosphatase) of peripheral blood and differential analysis of erythrocytes. According to the data obtained, the indices of nonspecific resistance in residents of the Murmansk region are on average within the normal range, in contrast to those in the Republic of Karelia.

Results: the studies carried out revealed that human blood indices are interrelated with the indices of his nonspecific immunity when adapting to unfavorable environmental conditions in industrial cities. The following blood parameters of the inhabitants of the studied areas reacted to regional natural and industrial factors: glycogen in lymphocytes and neutrophils, basophils, monocytes, leukocytes, segmented neutrophils. Complex methods for studying the nonspecific resistance of the organism can be recommended as an express diagnosis of the influence of environmental factors on the state of the human body as a whole.

Key words: marine medicine, arctic latitudes, health protection, nonspecific resistance, cellular and humoral human immunity

*Contact: Zakrevsky Yuri Nikolaevich, zakrev.sever@bk.ru

Conflict of interest: authors declared no conflict of interest.

For citation: Demidov V.I., Trotsenko A.A., Zakrevsky Yu.N., Milyakova L.V. Factors of nonspecific resistance in residents of the Murmansk region and the republic of Karelia// *Marine medicine*. 2020. Vol. 6, No. 4. P. 29–37, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-4-29-37>.

Введение. Негативное влияние суровых климатических условий, например, арктических широт, промышленного загрязнения на иммунитет человека представляется естественным и подтверждено многочисленными исследованиями. Связь показателей крови с иммунной системой и окружающей средой очевидна. Клеточные и гуморальные параметры организма человека быстрее и активнее адаптируются к климатическим факторам, чем к промышленным. Неспецифическая резистентность организма (конституциональный иммунитет) зависит исключительно от бактерицидных свойств кожи и слизистых оболочек, от степени фагоцитарной активности (быстрого и точного ответа макрофагов и полиморфноядерных лейкоцитов на чужеродные компоненты и инородного тела) и от своевременного участия в неспецифической иммунной защите гуморальных факторов (системы различных антимикробных белков). На территории Северо-Западного региона России чувствительность организма жителей к внешним факторам связана с большим объемом поступлений в окружающую среду загрязнителей, низким уровнем контроля промышленных, сельскохозяйственных и бытовых отходов [1, с. 496; 2, с. 3].

С учетом интенсивного промышленного развития современного общества, прогресса горнодобывающей промышленности России и освоения арктического региона становятся актуальными вопрос постоянного мониторинга состояния и активности всех компонентов иммунной системы человека, живущего в экстре-

мальных климатических условиях и под перманентным воздействием вредных факторов промышленного производства на организм, а также экспресс-диагностика состояния здоровья людей [3, с. 9].

Компонентный состав крови здорового человека относительно постоянен благодаря четкой координации процессов кроветворения и разрушения. Однородные элементы (тромбоциты, эритроциты и лейкоциты, представленные гранулоцитами (нейтрофильными, эозинофильными и базофильными полиморфноядерными) и агранулоцитами — лимфоцитами и моноцитами) определяют клинические показатели периферической крови человека [4, с. 320]. Лимфоциты являются еще одним индикатором состояния иммунологической системы организма, цитохимический анализ которых позволяет оценить тонкие процессы клеточного метаболизма на молекулярном уровне, а следовательно, и изменение функционального состояния всего организма и активности неспецифической резистентности, в частности.

Именно поэтому необходимо выявление достоверно значимой корреляции между показателями анатомо-физиологического барьера и параметрами периферической крови человека с доказательством влияния неблагоприятных факторов окружающей среды (климатических, промышленных, демографических и социально-экономических) на показатели неспецифической резистентности организма у жителей Мурманской области и Республики Карелия.

Целью исследования явилось изучение факторов неспецифической резистентности у жителей Мурманской области и Республики Карелия и возможного влияния на них различных природных и промышленных факторов внешней среды.

Следует отметить, что инвазивность самой процедуры взятия анализа крови зачастую становится причиной нежелания человека проходить медицинское обследование и т.д., поэтому одной из задач данного исследования явилось эмпирическое обоснование возможности применения неинвазивных методов определения состояния анатомо-физиологического барьера как важнейшего показателя изменений состояния крови человека. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1) выявление достоверно значимой корреляции между показателями анатомо-физиологического барьера и параметрами периферической крови человека;

2) доказательство влияния неблагоприятных факторов окружающей среды (климатических, промышленных, демографических и социально-экономических) на показатели неспецифической резистентности организма на Крайнем Севере.

Материалы и методы. В период с 2001 по 2018 г. изучались показатели неспецифического иммунитета 2224 взрослых людей, проживающих в Мурманской области ($n=1118$) и в Республике Карелия ($n=1106$), путем проведения буккальных проб, анализа бактерицидной активности кожи, цитохимического исследования (гликоген, щелочная фосфатаза) периферической крови и дифференциального анализа эритроцитов [5, с. 99]. Подробно анализировались такие данные, как пол, возраст, продолжительность проживания в северных широтах, наличие хронических заболеваний и др. Антропогенное воздействие на обследуемых и климатические условия на указанных территориях за весь период исследования оценивались по имеющимся открытым официальным источникам и статистическим данным.

Определение бактерицидной активности кожи проводили по методике Н. Н. Клемпар-

ской с использованием бульонной культуры кишечной палочки, разведенной в 5×10^8 раз (в нашей модификации 250 микробных тел в 1 мл, т. е. $2,5 \times 10^8$). Бактерицидный индекс кожи здоровых людей составляет 90–100%. Тест буккального эпителия проводили по методу Н. Н. Беляева с окраской отпечатка мазка слизистой оболочки щеки с прокрашиванием по Граму и определением микрофлоры под микроскопом с оценкой количества стрептококков (в норме ≈ 100 клеток на мм^2), общего количества микробов без стрептококков (ОКМ) (в норме ≈ 50 клеток на мм^2), соотношения стрептококков и ОКМ (коэффициент дифференцировки буккальных микроорганизмов) (в норме $\approx 2:1$).

Цитохимические исследования клеток крови проводили стандартным методом: биохимические показатели как средний цитохимический коэффициент (К): гликоген в нейтрофилах (нормальный диапазон: 2,09–2,99), гликоген в лимфоцитах (нормальный диапазон: 0,02–0,52), щелочная фосфатаза (нормальный диапазон: 0,115–0,15), количественное определение лейкоцитов в 1 л крови (нормальный диапазон: $4-11 \times 10^9$); качественный состав лейкоцитов — процент от общего количества лейкоцитов: моноциты (нормальный диапазон: 3–8), палочкоядерные нейтрофилы (нормальный диапазон: 1–6), сегментоядерные нейтрофилы (нормальный диапазон: 35–70), лимфоциты (нормальный диапазон: 20–50), эозинофилы (нормальный диапазон: 1–5); базофилы (нормальный диапазон: 0–1).

Представлен анализ статистических данных по промышленным выбросам и сбросам в окружающую среду Мурманской области и Республики Карелия за период с 2001 по 2018 г. За основу были взяты обобщенные и усредненные данные из официальных источников Российской Федерации — Государственных докладов о состоянии окружающей среды, докладов Росстата^{1,2}.

Достоверность полученных результатов оценивали с помощью статистического критерия Фишера для независимых выборок, сравниваемых попарно, со статистической значимостью

¹ Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2016 году. Мурманск, 2017. 180 с. [Report on the state and environmental protection of the Murmansk region in 2016. Murmansk, 2017, 180 p. (In Russ.).]

² Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации. 2019. Стат. сб. Москва: Росстат, 2019. 766 с. [The Regions of Russia. Main characteristics of the subjects of the Russian Federation. 2019. Stat. sat. Moscow: Rosstat, 2019, 766 p. (In Russ.). URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Reg_sub19.pdf (дата обращения: 11.01.2019).

$p \leq 0,01$ с учетом коэффициента дисперсии. Вероятность групповой ошибки контролировалась с помощью коррекции Бонферрони, а критический уровень значимости составлял 0,015. Статистическую значимость, характер и силу взаимосвязи показателей неспецифического иммунитета проводили с использованием коэффициента корреляции Пирсона (значимая корреляция $r_{xy} \geq 0,81$ при $p \leq 0,01$).

Результаты и их обсуждение. Изучено влияние вредных факторов воздействия промышленного производства на формулу крови жителей Республики Карелия и Мурманской области. На рис. 1 представлен анализ статистических данных по выбросам и сбросам в окружающую среду промышленных отходов в исследуемых регионах (средние значения за 2001–2018 гг.).

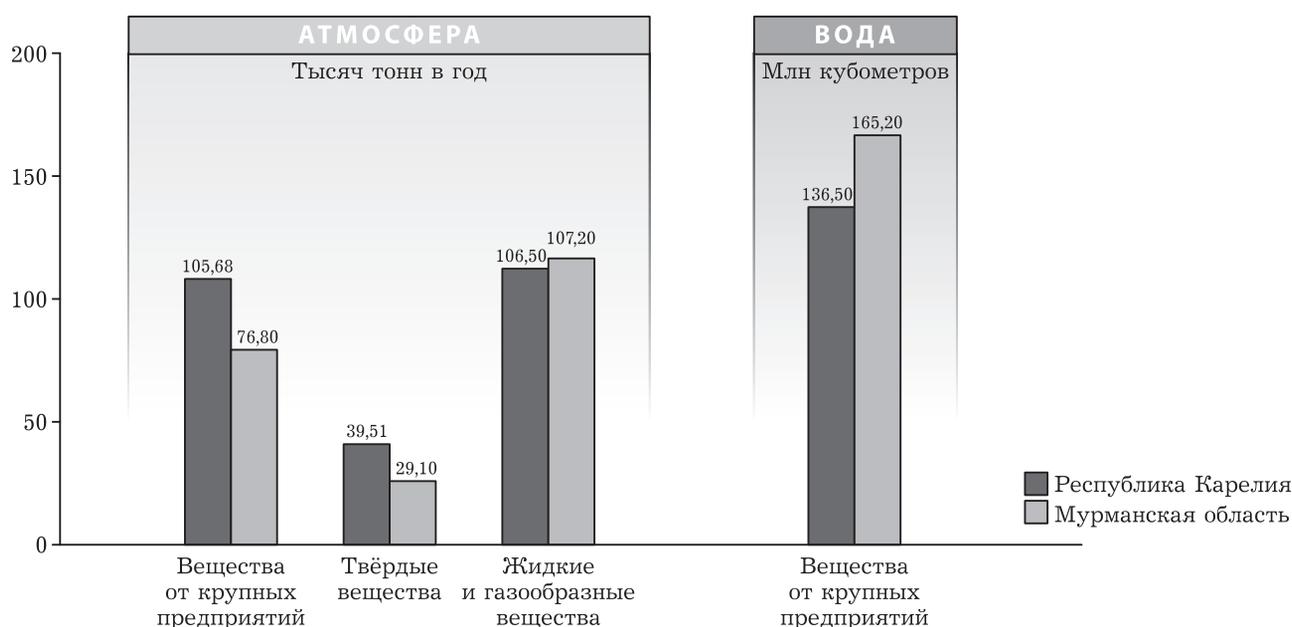


Рис. 1. Количественные усредненные данные по выбросам и сбросам вредных промышленных отходов в регионах исследования с 2001 по 2018 г.

Fig. 1. Quantitative averaged data on emissions and discharges of harmful industrial waste in the study regions from 2001 to 2018

Необходимо отметить, что Мурманская область не является зоной активного промышленного производства, и весной 2018 г., согласно анализу международной организации «Зеленый патруль», Мурманская область заняла шестое место в рейтинге самых экологически чистых и безопасных регионов России. Официально Мурманская область имеет нулевой (из трех известных) индекс промышленного загрязнения. Республика Карелия имеет индекс промышленного загрязнения 2. В Республике

насчитывается всего 24 372 промышленных объекта, а в Мурманской области — 749 (по состоянию на май 2018 г.), причем большинство промышленных объектов Мурманской области вынесены за черту городов, а большинство промышленных объектов Карелии находится в городских зонах.

Показатели периферической крови взаимосвязаны с барьерными характеристиками неспецифической резистентности обследуемых (первая главная компонента [ПГК — безразмерная величина]: бактерицидная активность кожи, общее количество микроорганизмов слизистой оболочки полости рта и количество стрептококков в полости рта) (рис. 2). Исследована зависимость неспецифической резистентности всех обследуемых от пола и наличия или отсутствия производственного воздей-

ствия ($n=2224$; $\varphi_{\text{э}}^*=2,21 > \varphi_{\text{кр}}=1,65$; $p \leq 0,01$) [6, с. 65]. Выявлено, что в каждом территориальном регионе не было достоверных половых различий по всем изучаемым критериям неспецифической резистентности ($\varphi_{\text{э}}^*=1,18 < \varphi_{\text{кр}}=2,05$; $p \leq 0,01$). Однако при сравнении результатов исследования в этих регионах обнаруживаются существенные различия — женщины и мужчины, проживающие в полярных условиях, имеют более адаптированный и высокий иммунный статус, чем представители полов ана-

логичных возрастных категорий в Республике Карелия ($\varphi_{\text{э}}^* = 2,91 > \varphi_{\text{кр}} = 1,59$; $p < 0,00$).

Срок проживания человека в арктических широтах отражается на показателях его неспецифической резистентности. Выявлено, что иммунный статус человека определяется географическим местом рождения и «северным стажем» как его самого, так и его родителей. Чем больше по срокам проживания «северный стаж», тем более приближены к норме показатели неспецифической резистентности (рис. 2).

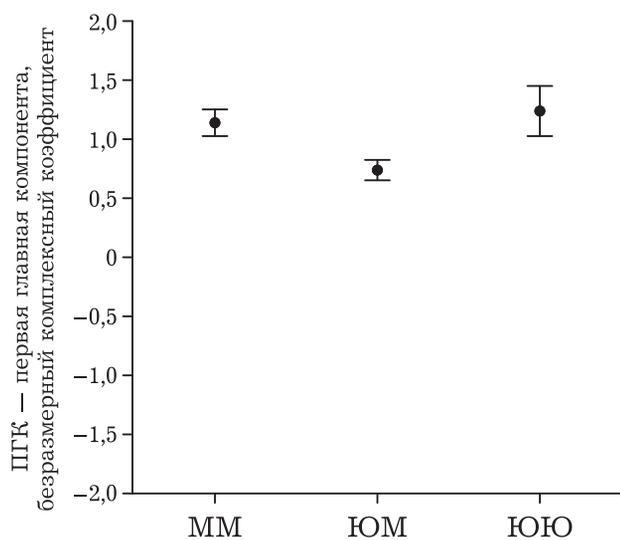


Рис. 2. Зависимость неспецифической резистентности жителей Мурманской области от «северного стажа» родителей обследуемых: ММ — обследуемые родились в Мурманской области и от тех, кто родился также в Мурманской области (в арктических широтах), ЮМ — обследуемые родились в южных широтах и от тех, кто родился в Мурманской области (в арктических широтах); ЮЮ — обследуемые родились в южных широтах и от тех, кто родился также в южных широтах

Fig. 2. The dependence of the nonspecific resistance of the residents of the Murmansk region from the «North experience» of parents surveyed: ММ — surveyed were born in the Murmansk region and those who are born also in the Murmansk region (in the Arctic), YUM — surveyed were born in southern latitudes and those born in the Murmansk region (in the Arctic); YU — surveyed were born in southern latitudes and those who were born in southern latitudes

Согласно полученным нами результатам, изменение показателей крови у всех обследуемых связано с влиянием промышленного загрязнения окружающей среды и климатических факторов (табл. 1).

Очевидно, что все компоненты крови взаимосвязаны и составляют вторую главную компоненту, которую можно сравнить с первой по неспецифической резистентности. Известно, что все клетки крови группируются по их функции [7, с. 17]. Среди показателей периферической крови всех испытуемых были выделены три функциональные группы: 1 — моноциты, лимфоциты, палочкоядерные нейтрофилы, сегментоядерные нейтрофилы — компоненты крови, ответственные за общий иммунный ответ человека; 2 — эозинофилы, базофилы, щелочная фосфатаза — компоненты крови, отражающие аутоиммунные состояния организма и повышенную чувствительность к различным факторам; 3 — гликоген в нейтрофилах, гликоген в лимфоцитах, лейкоциты в целом — компоненты крови, обеспечивающие энергетические иммунные затраты. Оказались более чувствительными: к воздействию региональных климатических факторов — сегментоядерные нейтрофилы, гликоген в нейтрофилах, моноциты; к вредным промышленным воздействиям — лимфоциты, базофилы, гликоген в лимфоцитах, щелочная фосфатаза. Достоверно повышены показатели: лимфоцитов крови (50,87; $p = 0,001$) у жителей промышленных районов Республики Карелия по сравнению с жителями Мурманской области (42,47; $p = 0,052$) и непромышленных районов Республики Карелия (42,58; $p = 0,001$); показатели базофилов лейкоцитарной формулы крови (1,2; $p = 0,001$, 0,93%; $p = 0,001$ и 0,92; $p = 0,044$). Достоверно понижены показатели моноцитов (0,64; $p = 0,001$) у жителей непромышленных районов Мурманской области и жителей непромышленных районов Республики Карелия (1,98; $p = 0,024$) по сравнению с жителями промышленных районов Республики Карелия (3,52; $p = 0,001$). Достоверно повышены биохимические показатели: гликогена в нейтрофилах (СЦК — средний цитохимический коэффициент) (3,45; $p = 0,001$) у жителей непромышленных районов Мурманской области и жителей непромышленных районов Республики Карелия (3,33; $p = 0,025$) по сравнению с жителями промышленных районов Республики Карелия (2,54; $p = 0,001$); гликогена в лимфоцитах (0,38; $p = 0,001$) у жителей промышленных районов Республики Карелия по сравнению с жителями Мурманской области (0,17; $p = 0,045$) и непромышленных районов Республики Карелия (0,22%; $p = 0,001$) (табл. 1).

Таблица 1

Лейкоцитарная формула и биохимические показатели периферической крови относительно нормы (N) у жителей Мурманской области и Республики Карелия

Table 1

Leukocyte formula and biochemical parameters of peripheral blood relative to the norm (N) in residents of the Murmansk region and the Republic of Karelia

Компоненты периферической крови	Мурманская область		Республика Карелия		
	непромышленные населенные пункты	p=↔	непромышленные населенные пункты	p=↔	промышленные населенные пункты
Лейкоцитарная формула крови					
Моноциты (N=3–8%)	0,64	0,001	1,98	0,024	3,52
Палочкоядерные нейтрофилы (N=1–6%)	1,45	0,045	1,27	0,000	2,65
Сегментоядерные нейтрофилы (N=35–70%)	50,6	0,000	45,1	0,001	43
Лимфоциты (N=20–50%)	42,47	0,052	42,58	0,001	50,87
Эозинофилы (N=1–5%)	2,03	0,064	2,24	0,004	2,67
Базофилы (N=до 1%)	0,92	0,044	0,93	0,001	1,20
Лейкоциты (N=4–11×10 ⁹ /л)	4,3	0,125	4,2	0,025	4,9
Биохимические показатели крови					
Гликоген (СЦК) в нейтрофилах (N=K=2,09–2,99)	3,45	0,001	3,33	0,025	2,54
Гликоген в лимфоцитах, СЦК (N=K=0,02–0,25%)	0,17	0,045	0,22	0,001	0,38
Щелочная фосфатаза (N=K=0,115–0,15)	0,12	0,002	0,101	0,001	0,24

Коэффициенты корреляции между всеми показателями периферической крови статистически значимы, кроме корреляций между моноцитами и базофилами ($r=0,03$), между моноцитами и гликогеном в нейтрофилах ($r=0,02$), поэтому все исследуемые параметры периферической крови были объединены в обобщенный показатель (табл. 2).

Поскольку все обследуемые были относительно здоровы (согласно их паспорту здоровья), можно предположить, что такая реакция клеток крови на промышленный фактор подтверждает относительное благополучие иммунной системы жителей непромышленных зон Арктических широт [8, с. 13]. Лимфоциты относятся к первой функциональной группе, то есть они, несомненно, отражают готовность всей иммунной системы реагировать на экстремальное воздействие того или иного фактора [9, с. 480]; базофилы относятся ко второй функциональной группе, т. е. демонстрируют гиперчувствительность организма и аллергическую готовность; гликоген в лимфоцитах относится к третьей функциональной группе, т. е. отражает энергетическую готовность организма при воздействии неблагоприятного фак-

тора. Мы также отмечаем тенденцию к усилению фагоцитарного неспецифического иммунного ответа у жителей различных регионов исследования. Имеются аналогичные данные об изменениях у подростков с неспецифической резистентностью [10, с. 16]. В работе М.В. Гапеева, например, описано влияние загрязнения тяжелыми металлами на организм жителей разных возрастных категорий малонаселенных территорий на примере Северо-Западного региона России [11, с. 8; 12, с. 19]. Нарушения неспецифического иммунитета чаще отражаются на микрофлоре полости рта в виде угнетения бактериостатических свойств слизистой оболочки [13, с. 10]. Нормы лабораторных результатов при определении состояния неспецифической резистентности, в силу своей универсальности, не всегда учитывают разнообразие и особенности окружающей среды [14, с. 1145; 15, с. 125].

В современных работах (несмотря на их немногочисленность) по исследованию иммунологической реактивности жителей северных широт показана необходимость оценки физиологической роли цитотоксических клеток в механизме иммунного ответа у практически здоровых лиц

Таблица 2
Коэффициенты корреляции между показателями периферической крови

Table 2
Correlation coefficients between peripheral blood parameters

Компоненты периферической крови	Моноциты	Лимфоциты	Палочкоядерные нейтрофилы	Сегментоядерные нейтрофилы	Эозинофилы	Базофилы	Щелочная фосфатаза	Гликоген в нейтрофилах	Гликоген в лимфоцитах	Лейкоциты
Моноциты	1,00	0,20	0,27	-0,26	0,13	0,03	0,06	0,02	-0,12	0,13
Лимфоциты	0,20	1,00	0,31	-0,30	0,19	0,15	0,20	0,08	-0,21	0,22
Палочкоядерные нейтрофилы	0,27	0,31	1,00	-0,31	0,19	0,10	0,15	0,08	-0,17	0,23
Сегментоядерные нейтрофилы	-0,26	-0,30	-0,31	1,00	-0,23	-0,13	-0,21	-0,02	0,18	-0,16
Эозинофилы	0,13	0,19	0,19	0,23	1,00	0,28	0,19	0,13	-0,18	0,14
Базофилы	0,03	0,15	0,10	-0,13	0,28	1,00	0,20	0,09	-0,21	0,12
Щелочная фосфатаза	0,06	0,20	0,15	-0,21	0,19	0,20	1,00	0,09	-0,15	0,08
Гликоген в нейтрофилах	0,02	0,08	0,08	-0,02	0,13	0,09	0,09	1,00	-0,15	0,10
Гликоген в лимфоцитах	-0,12	-0,21	-0,17	0,18	-0,18	-0,21	-0,15	-0,15	1,00	-0,22
Лейкоциты	0,13	0,22	0,23	-0,16	0,14	0,12	0,08	0,10	-0,22	1,00

в условиях Европейского Севера России [16, с. 975; 17, с. 202]. Полученные результаты позволяют считать, что цитотоксические лимфоциты определяют клеточно-опосредованную цитотоксическую активность в реакциях иммунного гомеостаза у лиц приполярного региона.

За последние десять лет стратегические направления медико-биологических исследований, в частности в области иммунологии, менялись с учетом достижений в области фармакологии [18, с. 67; 19, с. 11]. Так, удалось, например, победить вирусный гепатит С, значительно продвинуться в поддержании иммунитета ВИЧ-инфицированного человека. Однако в большей степени речь идет об успешных перспективах формирования специфического иммунитета. При этом большинство вопросов из области изучения неспецифической резистентности остаются открытыми.

Заключение. Показатели крови отражают компенсаторно-приспособительные процессы в сочетании с показателями неспецифического иммунитета при адаптации человека к неблагоприятным условиям промышленных городов и климатическим факторам. Появление таких зависимостей свидетельствует об активизации обмена веществ и адаптивных возможностях гуморального и клеточного иммунитета у человека. Реакции на адаптивные механизмы клеточного иммунитета выявлены среди следующих показателей крови: лимфоциты, базофилы, моноциты, гликоген в лимфоцитах, гликоген в лимфоцитах, щелочная фосфатаза. Оказались более чувствительными с достоверным повышением показателей выше нормы к воздействию региональных климатических факторов — сегментоядерные нейтрофилы, гликоген в нейтрофилах, моноциты; к вредным промышленным воздействиям — лимфоциты, базофилы, гликоген в лимфоцитах, щелочная фосфатаза.

Срок проживания человека в арктических широтах отражается на показателях неспецифического иммунитета: чем больше «северный стаж», тем более приближены к норме показатели неспецифической резистентности. Полученные дан-

ные отражают взаимосвязь защитных сил организма и факторов антропогенного пресса. Приближенные к норме показатели иммунного статуса жителей Мурманской области отражают влияние только воздействующих экофакторов Заполярья — низкого уровня солнечной активности и годовых температур. У жителей Республики Карелия значение показателей, отражающих иммунную резистентность орга-

низма достоверно ниже нормы, вследствие воздействия антропогенных промышленных факторов в данном регионе Российской Федерации.

Данные методики исследования и показатели неспецифической резистентности организма могут быть рекомендованы в качестве одного из критериев выявления влияния факторов внешней среды на состояние здоровья человека и его адаптационных механизмов.

Литература/References

1. McDade T.W. The Ecologies of Human Immune Function // *Am. J. Phys. Anthropol.* 2005. Vol. 34. P. 495–521.
2. Грачев В.А. Взаимосвязь глобальной экологической практики, здоровья населения и развития атомной энергетики // *Экология человека*. 2018. № 2. С. 3–7. [Grachev V.A. Interrelation of global environmental practice, public health and development of nuclear energy. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*, 2018, No. 2, pp. 3–7 (In Russ.).]
3. Шадрин В.Д., Потолицын Н.К., Паршукова О.И., Есева Т.И., Бойко Е.Р. Функциональная активность антиоксидантной системы у человека на Крайнем Севере // *Экология человека*. 2018. № 3. С. 8–14. [Shadrin V.D., Potolitsyn N.K., Parshukova O.I., Eseva T.I., Boyko E.R. Functional activity of the antioxidant system in humans in the Far North. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*, 2018, No. 3, pp. 8–14 (In Russ.).]
4. Назаренко Г.И., Кишкун А.А. *Клиническая оценка результатов лабораторных исследований*. Москва: Медицина, 2006. 541 с. [Nazarenko G.I., Kishkun A.A. *Clinical evaluation of laboratory research results*. Moscow: Publishing house Meditsina, 2006, 541 p. (In Russ.).]
5. Троценко А.А., Будилова Е.В., Журавлева Н.Г. Показатели резистентности организма человека как биоиндикатор качества окружающей среды // *Доклады по экологическому почвоведению*. 2013. № 18. С. 99. [Trotsenko A.A., Budilova E.V., Zhuravleva N.G. Indicators of human body resistance as a bioindicator of environmental quality. *Reports on ecological soil science*, 2013, No. 18, p. 99 (In Russ.).]
6. Троценко А.А., Журавлёва Н.Г., Будилова Е.В., Терёхин А.Т. Факторы изменчивости неспецифического иммунитета жителей Северо-Запада европейской части России // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности*. 2010. № 1. С. 59–67. [Trotsenko A.A., Zhuravleva N.G., Budilova E.V., Terekhin A.T. Factors of variability of non-specific immunity of residents of the North-West of the European part of Russia. *Bulletin of the peoples' friendship University of Russia. Series: Ecology and life safety*, 2010, No. 1, pp. 59–67 (In Russ.).]
7. Щёголева Л.С. Сергеева Т.Б., Шашкова Е.Ю., Филиппова О.Е., Поповская Е.В. Особенность иммунологической активности периферической крови у лиц разных возрастных групп приполярного региона // *Экология человека*. 2016. № 8. С. 15–20. [Shchegoleva L.S. Sergeeva T.B., Shashkova E.Yu., Filippova O.E., Popovskaya E.V. Feature of peripheral blood immunological activity in individuals of different age groups of the circumpolar region. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*, 2016, No. 8, pp. 15–20 (In Russ.).]
8. Гегерь Э.В., Золотникова Г.Н. Оценка экологических рисков здоровья населения в районах, ранжированных по степени техногенного загрязнения // *Экология человека*. 2018. № 4. С. 10–15. [Geger E.V., Zolotnikova G.N. Assessment of environmental health risks in areas ranked by the degree of technogenic pollution. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*, 2018, No. 4, pp. 10–15 (In Russ.).]
9. Bascomb R., Bromberg P.A., Costa D.L., Devlin R., Dockery D.W., Frampton M.W., Lambert W., Samet J.M., Speizer F.E., Utell M. Health Effects of Outdoor Air Pollution (Part 1) // *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1996. Vol. 153. P. 477–498.
10. Маснавиева Л.Б., Ефимова Н.В., Кудяева И.В. Влияние химических приложений воздействия среды на экспрессию толл-подобных рецепторов и уровня цитокинов у жителей подросткового возраста // *Экология человека*. 2018. № 3. С. 10–18. [Masnavieva L.B., Efimova N.V., Kudaeva I.V. Influence of chemical applications of environmental exposure on the expression of toll-like receptors and cytokine levels in adolescent residents. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*, 2018, No. 3, pp. 10–18 (In Russ.).]
11. Гапеева М.В., Законов В.В., Ложкин Р.Д. Оценка загрязнения тяжелыми металлами малонаселенных территорий на примере Северо-Западного региона России // *Экология человека*. 2018. № 3. С. 4–9. [Gapeeva M.V., Zakonov V.V., Lozhkin R.D. Assessment of heavy metal pollution in sparsely populated territories on the example of the North-Western region of Russia. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*, 2018, No. 3, pp. 4–9 (In Russ.).]

12. Maximov A.L. Cold adaptation and related phenomena in the Indigenous and Immigrant populations in the Russian North-East // *Proc. IX Int. Congress on Circumpolar Health* (Reykjavik, Iceland, June 20–25, 1993). Oulu: Nordic Council for Arctic Medical Research. 1993. P. 19.
13. Braff M.H., Bardan H.A., Nizet V., Gallo R.L. Cutaneous defense mechanisms by antimicrobial peptides // *J. Invest Dermatol.* 2005. Vol. 125. P. 9–13.
14. Hamady M., Knight R. Microbial community profiling for human microbiome projects: Tools, techniques, and challenges // *Genome Research.* 2009. No. 19. P. 1141–1152.
15. McDade T.W. Life history theory and the immune system: steps toward a human ecological immunology // *Am. J. Phys. Anthropol.* 2003. Vol. 37. P. 100–125.
16. Герцев А.В., Ищук В.И., Закревский Ю.Н. Особенности влияния тяжести тревожно-депрессивных расстройств на состояние нейропептидно-цитокинового статуса и иммунной системы при различных формах клинического течения хронической ишемической болезни сердца // *Медицинская иммунология.* 2019. Т. 21, № 5. С. 973–981. [Gertsev A.V., Ishchuk V.I., Zakrevsky Yu.N. Features of the influence of the severity of anxiety and depressive disorders on the state of the neuropeptide-cytokine status and the immune system in various forms of the clinical course of chronic coronary heart disease. *Medical immunology*, 2019, Vol. 21, No. 5, pp. 973–981 (In Russ.)].
17. Гудков А.Б., Попова О.Н., Небученных А.А. *Новоселы на Европейском Севере. Физиолого-гигиенические аспекты:* моногр. Архангельск, 2012. 285 с. [Gudkov A.B., Popova O.N., Nabukenya A.A. *Newcomers in the European North. Physiological and hygienic aspects:* Monogr. Arkhangelsk, 2012, 285 p. (In Russ.)].
18. Закревский Ю.Н., Шевченко А.Г., Бутиков В.П., Герцев А.В. Зависимость показателей психофизиологического статуса, иммунитета и артериального давления у плавсостава с артериальной гипертензией на Крайнем Севере // *Военно-медицинский журнал.* 2019. Т. 340, № 2. С. 66–70. [Zakrevsky Yu.N., Shevchenko A.G., Butikov V.P., Gertsev A.V. Dependence of indicators of the psychophysiological status, immunity and arterial pressure in the crew with arterial hypertension in the Far North. *Military medical journal*, 2019, Vol. 340, No. 2, pp. 66–70 (In Russ.)].
19. Грибанов А.А., Джос Ю.С. О стратегических направлениях медико-биологических исследований // *Вестн. Северного (Арктического) федерального ун-та. Сер.: Мед.-биол. науки.* 2013. № 1. С. 10–14. [Gribanov A.A., Jos Yu.S. On strategic directions of medical and biological research. *Vesti. Northern (Arctic) Federal district. Univ. Ser.: Med.-Biol. research*, 2013, No. 1, pp. 10–14 (In Russ.)].

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 20.09.2020 г.

Авторство:

Вклад в концепцию и план исследования — Закревский Ю.Н., Демидов В.И. Троценко А.А., Милякова Л.В. Вклад в сбор данных — Закревский Ю.Н., Демидов В.И. Троценко А.А., Милякова Л.В. Вклад в анализ данных и выводы — Закревский Ю.Н., Демидов В.И. Троценко А.А., Милякова Л.В. Вклад в подготовку рукописи — Закревский Ю.Н., Демидов В.И. Троценко А.А., Милякова Л.В.

Сведения об авторах:

Демидов Владимир Иванович — доктор физико-математических наук, профессор кафедры физики и астрономии университета Западной Вирджинии; Шарлотсвилл, США, Morgantown, WV / 26506–6315, Белый Зал, отдел 111;

Троценко Алла Анатольевна — кандидат биологических наук, доцент кафедры физической культуры, спорта и безопасности жизнедеятельности Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Мурманский арктический государственный университет»; 183038, г. Мурманск, ул. Коммуны, д. 9, каб. 601; e-mail: trotsenko2007@yandex.ru;

Закревский Юрий Николаевич — доктор медицинских наук, профессор кафедры физической культуры, спорта и безопасности жизнедеятельности Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Мурманский арктический государственный университет», руководитель направления обучения по специальности «Лечебное дело», врач-нейрохирург Федерального государственного казенного учреждения «1469 Военно-морской клинический госпиталь» Министерства обороны Российской Федерации; 184606, Мурманская область, г. Североморск, ул. Мурманское шоссе, д. 1; e-mail: zakrev.sever@bk.ru;

Милякова Лариса Викторовна — кандидат экономических наук, доцент кафедры естественных наук Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Мурманский арктический государственный университет»; 183038, г. Мурманск, ул. Коммуны, д. 9, каб. 315; e-mail: milyakova.larisa@masu.edu.ru.

УДК 612.1:359.2

<http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-4-38-43>

© Малинина Е.В., Кондрашова Н.М., Котельников В.Н., Геращенко Е.В., 2020 г.

КЛИНИКО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АДАПТАЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ МОРЯКОВ ПРИ АВТОНОМНОМ ПЛАВАНИИ

¹Е. В. Малинина*, ¹Н. М. Кондрашова, ¹В. Н. Котельников, ²Е. В. Геращенко

¹Тихоокеанский государственный медицинский университет, г. Владивосток, Россия

²Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия

Цель. Оценка функционального состояния системы кровообращения у моряков на различных этапах автономного плавания.

Материалы и методы. Проведен ретроспективный анализ результатов обследования трех групп 180 моряков на 3, 5, 6-й месяцы плавания. Полученные результаты подвергались статистической обработке по правилам вариационной статистики.

Результаты и их обсуждение. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы моряков зависит от характера военно-профессиональной деятельности. Так среди офицеров штаба увеличивается число предгипертензивных состояний, а для личного состава надводных кораблей отмечается несколько большая физическая работоспособность по сравнению с подводниками. При этом для подводников было характерно увеличение температуры кожных покровов нижних конечностей, что имеет определенное значение для контроля и раннего предупреждения перегревания. В то же время наиболее заметное снижение работоспособности наблюдается у командного состава, при этом количественно показатель был взаимосвязан с результатами суточного мониторинга артериального давления и ЭКГ. Кроме того, выявлено, что процесс адаптации регуляторных систем организма достигает максимума к концу 3-го месяца плавания и определяется увеличением выносливости и снижением заболеваемости среди моряков.

Ключевые слова: морская медицина, функциональное состояние организма, автономное плавание

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Малинина Е.В., Кондрашова Н.М., Котельников В.Н., Геращенко Е.В. Клинико-функциональная характеристика адаптации сердечно-сосудистой системы моряков при автономном плавании // *Морская медицина*. 2020. Т. 6, № 4. С. 38–43, <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-4-38-43>.

*Контакт: Малинина Елена Владимировна, vahnenko_elena@mail.ru

© Malinina E.V., Kondrashova N.M., Kotelnikov V.N., Gerashchenko E.V., 2020

CLINICAL AND FUNCTIONAL CHARACTERISTIC OF ADAPTATION OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM OF SEAFARERS DURING AUTONOMOUS CRUISE

¹Elena V. Malinina*, ²Nadezhda M. Kondrashova, ²Vladimir N. Kotelnikov,

²Evgeniy V. Gerashchenko

¹Pacific State Medical University, Vladivostok, Russia

²Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia

Purpose. Assessment of functional state of circulatory system in seafarers at different stages independent cruise

Materials and methods. Retrospective analysis of the results of the study of three groups of 180 seafarers on the third, fifth and sixth months of cruise was conducted. The obtained results were subjected to statistical processing according to the rules of variation statistics.

Results and its discussion. Functional state of circulatory system in seafarers depends on the kind of military professional activity. Thus, among the staff officers, the number of prehypertensive states is increasing, and for the personnel of surface ships a slightly greater physical working capacity is noted in comparison with divers. At the same time, an increase in the temperature of the skin of the lower extremities was typical for divers, that is definitely important for the control and early prevention of overheating. At the same time, the most noticeable decrease in working capacity is observed in the command staff, while the indicator was quantitatively correlated with the results

of daily monitoring of blood pressure and ECG. In addition, it was revealed that the process of adaptation of the body's regulatory systems reaches its maximum by the end of the third month of cruise and is determined by an increase in endurance and a decrease in morbidity among seafarers.

Key words: marine medicine, functional state of the body, independent cruise

Conflict of interest: authors declared no conflict of interest.

For citation: Malinina E.V., Kondrashova N.M., Kotelnikov V.N., Gerashchenko E.V. Clinical and functional characteristic of adaptation of the cardiovascular system of seafarers during autonomous cruise // *Marine medicine*. 2020. Vol. 6, No. 4. P. 38–43, <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-4-38-43>.

*Contact: *Malinina Elena Vladimirovna, vahnenko_elena@mail.ru*

Введение. Общеизвестно, что характер и степень воздействия на личный состав Военно-Морского Флота (ВМФ) по мере решения специфических для военно-профессиональной деятельности задач постоянно меняется. Наиболее актуальной эта проблема в условиях прохождения службы на берегу и в боевых походах, где интегрируется определенная совокупность разнообразных факторов обитаемости. В связи с этим повышается роль контроля и оценки функциональных возможностей организма, что, в свою очередь, требует от медицинской службы решения задач количественной оценки работоспособности военнослужащих и прогнозирования боеспособности соединений и частей.

Динамическое наблюдение за физиологическим состоянием организма у моряков позволяет объективно представить эффективность и успешность профессиональной деятельности в определенных условиях для каждой категории специалистов ВМФ.

Определенный интерес в период адаптации к воинской службе представляет изучение хронобиологических аспектов функционирования сердечно-сосудистой системы [1, с. 138]. Ключевое место в контроле суточных ритмов играет современная компьютерная техника и системы мониторинга основных физиологических параметров организма¹ [2, с. 38].

Материалы и методы. Исследование было выполнено по данным ретроспективных отчетов специалистов медицинского обеспечения автономных походов частей Тихоокеанского флота и включало 180 человек, из них: 21 — военнослужащие по призыву, 159 — военнослужащие

по контракту. Все обследованные были ранжированы на 3 группы: 1-я группа — экипаж подводных лодок (ПЛ) (50 человек), 2-я группа — личный состав надводных кораблей (НК) (50 человек), 3-я группа — офицеры штаба (24 чел). Обследование включало проведение антропометрии, велоэргометрии (ВЭМ), 2 степ-теста, электротермометрии по Витте, спирографии, клинико-биохимического исследования крови, клинический осмотр врачами, изучение параметров климата и микроклимата. При этом в 1-й группе обследование проводили двукратно: исходно и на 6-й месяц похода, во 2-й группе — трехкратно: исходно на 3-й и 5-й месяц похода, в 3-й группе однократно. Кроме этого, большинству обследованных исходно проводили синхронное суточное мониторирование АД (СМАД) и ЭКГ портативными мониторами Cardio Tens 01 (фирма Meditech, Венгрия) по общепринятой методике [3, с. 188]. Интервалы между измерениями АД составили 15 минут днем и 30 минут ночью, автоматическая запись ЭКГ производилась в течение 30 секунд каждые 5 минут и при измерении АД, на фоне непрерывного анализа девиации ST и сердечного ритма. Диагностически значимым считали смещение сегмента ST на 0,2 мВ от изолинии. Оценивали величины систолического АД (САД), диастолического АД (ДАД), их вариабельность за 24 часа и отдельно за дневной и ночной периоды. Кроме того, определяли выраженность перепада АД в интервале «день — ночь» по суточному индексу СИ и «перегрузку давлением» по индексу времени (ИВ). За величину утреннего повышения САД и ДАД принимали разницу между максимальным и мини-

¹ Гигиенические критерии оценки условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса: руководство. М.: Информационно-издательский центр Госкомсанэпиднадзора России, 1994. С. 38. [Hygienic criteria for assessing working conditions in terms of hazard and hazard indicators of the working environment, the severity and intensity of the labor process: guidance. Moscow: Information and Publishing Center of the State Committee for Sanitary and Epidemiological Supervision of Russia, 1994, p. 38 (In Russ.).]

мальным АД в этот период, скорость повышения АД в утренние часы рассчитывали по формуле $V = \text{АД}_{\text{max}} - \text{АД}_{\text{min}} / t_{\text{max}} - t_{\text{min}}$

Система Cardio Tens 01 позволяет синхронно с АД исследовать вегетативную регуляцию сердца (ВРС) по следующим показателям спектральных компонентов сердечного ритма (СР): общая мощность спектра — ТР (0,003–0,4 Гц); отдельно мощность высокочастотной составляющей HF (0,15–0,4 Гц), мощность в диапазоне низких частот LF (0,04–0,15 Гц), мощность в диапазоне очень низких частот VLF (0,003–0,04 Гц). Симпатико-парасимпатические взаимодействия характеризует отношение значений мощности в диапазоне LF к значению HF (LF/HF). С целью дополнительного исследования состояния регуляторного аппарата кровообращения и оценке вегетативного обеспечения деятельности была проведена активная ортостатическая проба (АОП) по стандартной методике с анализом параметров ВРС [4, с. 28]. Однократно всем морякам было выполнено эхокардиографическое исследование на ультразвуковом сканере SIM 5000 (Италия), по стандартной методике.

Полученные результаты подвергались статистической обработке с использованием компьютерной программы Excel 2017 в соответствии с правилами вариационной статистики. Достоверность различий определяли с помощью критерия *t* Стьюдента.

Результаты и их обсуждение. Основные показатели функционального состояния организма личного состава обследованных представлены в табл. 1.

Из приведенных данных видно, что большинство полученных значений находятся в пределах возрастной нормы в каждой группе. Однако показатели тестов, характеризующие физическую работоспособность моряков, существенно отличались. Так, индекс 2 степ-теста и уровень общего объема работы по данным ВЭМ были наибольшими во 2-й группе и существенно превышали величины в 1-й группе ($p < 0,05$). Количество пороговых реакций при ВЭМ было максимальным (43,7%) в 3-й группе, главным образом в виде гипертонических реакций АД, а в 1-й и 2-й группах оно находилось на уровне 20 и 17% соответственно. Одновременно в 1-й группе зарегистрированы единичные патологические реакции на физическую нагрузку у 3 человек. При индивидуальном, внутригрупповом анализе результатов ВЭМ в 1-й группе обследованных, установлено, что самые низкие значения общего объема работы встречалось среди командного состава ПЛ (командиры, старпомы, командиры боевых частей) и специалистов силовых энергетических установок. Это свидетельствует о том, в подобного рода объектов нередко возникают условия, неблагоприятно влияющие на состояние здоровья и физическую активность экипажа [1, с. 140; 5, с. 90]. Наличие подобных факторов послужило разработке и активному внедрению в настоящее время системы нормативного обеспечения обитаемости.

По-видимому, особо напряженная ситуация складывается для моряков с наиболее напряженным ритмом трудовой деятельности.

Таблица 1
Некоторые показатели функционального состояния организма у различных категорий военнослужащих ($M \pm m$)

Table 1

Some indicators of the functional state of the body in various categories of military personnel ($M \pm m$)

Показатели	1-я группа	2-я группа	3-я группа	
Возраст, годы	30,4±2,3	32,1±2,6	40,5±2,7	
Весоростовой индекс, у.е.	0,43±0,03	0,44±0,02	0,45±0,03	
ЖЕЛ, мл	5460±43,5	5523,6±44,2	5396±41,3	
Индекс Тиффно, %	73,8±2,7	71,1±2,1	68,7±1,2	
ВЭМ	РС170	227,1±12,3	204,8±14,9	
	Общая работа, кВт	676,3±34,8	860,5±54,7*1,3	700±41,6
Индекс 2 степ-теста, у.е.	44,3±1,1	49,2±1,5*1	45,5±2,7	
Электротермометрия, °С	Грудь	33,5±1,4	34,6±1,3	34,2±1,2
	Стопа	32,4±1,3*2,3	30,1±1,7	30,2±1,4

Примечание. *n — различия достоверны ($p < 0,05$), n указывает номер группы.

Note. *n — indicates differences are significant ($p < 0,05$), where n indicates the group number.

По данным СМАД в 3-й группе, по сравнению с 1-й и 2-й группами, суточный профиль АД отличался определенным своеобразием (табл. 2).

и $68,3 \pm 5,6$ мс^2 соответственно). Однако статистической достоверности указанные изменения достигали только в 3-й группе ($p < 0,05$).

Таблица 2

Некоторые показатели суточного профиля АД у различных категорий военнослужащих ($M \pm m$)

Table 2

Some indicators of the daily blood pressure profile in various categories of military personnel ($M \pm m$)

Показатели		1-я группа	2-я группа	3-я группа
День	ИВ САД, мм рт.ст.	11,2±1,3	7,4±1,7	26,1±1,4 ^{*1,2}
	ИВ ДАД, мм рт.ст.	8,5±1,7	6,3±1,8	10,7±1,2
	В САД, мм рт.ст.	11,4±0,05	9,9±0,04	15,4±0,08 ^{*1,2}
	В ДАД, мм рт.ст.	7,6±0,06	8,3±0,05	9,5±0,07
Ночь	ИВ САД, мм рт.ст.	5,4±2,3	4,2±2,6	9,3±3,2
	ИВ ДАД, мм рт.ст.	4,1±0,4	3,5±0,5	5,2±0,3
	В САД, мм рт.ст.	9,5±0,07	6,5±0,04	10,1±0,09
	В ДАД, мм рт.ст.	7,8±0,05	6,1±0,05	8,9±0,07

Примечание. *n — различия достоверны ($p < 0,05$), n указывает номер группы.

Note. *n — indicates differences are significant ($p < 0,05$), where n indicates the group number.

Так, несмотря на то, что усредненные за сутки, день и ночь величины АД и ЧСС были сопоставимы между группами моряков, имела место явная тенденция к увеличению ИВ у служащих 3-й группы. Наиболее четко это проявлялось в период бодрствования для САД (ИВ САД — $28,3 \pm 2,1\%$). В то же время среди лиц последней группы отмечалось достоверное увеличение вариабельности САД и ЧСС, по сравнению с 1-й и 2-й группами (в обоих случаях $p < 0,05$). В ночные часы показатели суточного ритма АД находились в пределах физиологической нормы и мало различались у большинства обследованных.

Суточное мониторирование ЭКГ позволило выявить наличие более чем 5 эпизодов синусовой тахи- и брадикардии, экстрасистолии у 12,5% моряков в 1-й группе, 2,5% — во 2-й и 4% — в 3-й группе. Стойкие и проходящие нарушения проводимости имели место в 38% случаев среди моряков 3-й группы, в 30 и 26% — для 1-й и 2-й групп соответственно. Кроме этого, у 4% обследованных 1-й группы выявлены эпизоды без болевой ишемии миокарда левого желудочка.

При анализе вегетативного обеспечения деятельности, проведенного по результатам вариационной пульсометрии в ответ на ортостатическое возмущение, выявлено наибольшее напряжение адаптационных процессов в 1-й и 3-й группах в виде увеличения индекса LF/HF ($1,6 \pm 0,04$ и $2,2 \pm 0,03$ у.е.) и мощности спектра сердечного ритма в диапазоне LF ($81,4 \pm 7,2$ и $104,3 \pm 11,7$ мс^2), по сравнению с 2-й группой ($1,4 \pm 0,02$ у.е.

На эхокардиографии среди часто встречающихся изменений следует отметить расширение корня аорты и уплотнение ее стенок, а также повышение массы миокарда левого желудочка: 1-я группа — 37%, 2-я группа — 20%, 3-я группа — 56,3%.

Итак, полученные данные достаточно четко указывают на формирование определенных возрастных изменений у офицеров штаба, на фоне ограничения резерва адаптации сердечно-сосудистой системы. Кроме этого, у личного состава ПЛ отмечается некоторое снижение физической работоспособности наиболее заметное у моряков с напряженным ритмом несения службы.

Для выяснения возможных взаимосвязей между различными параметрами морфофункционального состояния системы кровообращения в нашем исследовании был выполнен корреляционный анализ. Такой подход позволил установить для обследованных 1-й группы прямую зависимость между величиной общего объема работы на ВЭМ и индексом 2 степ-теста с одной стороны и частотой эпизодов тахикардии с другой ($r = 0,41$ и $0,45$; в обоих случаях $p < 0,05$). Среди офицеров 3-й группы выявлены тесные взаимосвязи между ИВ САД и массой миокарда левого желудочка ($r = 0,57$; $p < 0,05$). Полученные нами результаты соответствуют данным литературы и проведенных ранее исследований, указывающих на высокую диагностическую ценность и большую информативность метода СМАД для комплексной оценки состояния аппарата кровообращения.

У личного состава ПЛ по данным электротермометрии установлено умеренное повышение температуры голени и стоп на $0,8 \pm 0,03^\circ \text{C}$ по сравнению с 1-й и 3-й группами ($p < 0,05$ в обоих случаях). Среди микроклиматических факторов гермообъектов, способных оказывать воздействие на организм моряков при повседневной эксплуатации сооружений, следует отметить, прежде всего, воздействие повышенной температуры и влажности воздуха изменение его газового и радиационного состава, шум отсутствие естественного освещения [1, с. 140]. Установленные в нашем исследовании увеличение кожной температуры у лиц 1-й группы, желательнее учитывать при выполнении комплексного контроля над микроклиматом гермообъектов для своевременного выявления случаев перегревания.

Исследование динамики функционального состояния моряков 1-й и 2-й групп во время похода в южные широты обследованное в 1-й группе проводилось на 1-м и 6-м месяце похода (табл. 3). При этом установлено, наличие определенной тенденции к уменьшению количества моряков со снижением РС 170 и индекса 2 степ-

веденные выше данные свидетельствует о повышении неспецифической резистентности и оптимизации процессов адаптации.

Результаты тестирования функционального состояния личного состава НК выполнялось на 1, 3 и 5-м месяце похода и позволили выявить некоторые особенности динамики анализируемых параметров сердечно-сосудистой системы по сравнению с предыдущей группой моряков. Установлено, что хотя вектор направленности изменений циркуляторного гомеостаза был схожим с 1-й группой, время наступления и количественные характеристики значительно отличались. Так, уже на 3-м месяце похода среди экипажа НК происходил максимальный прирост индекса 2 степ-теста на 8,7% и общего объема работы на 46,9%, после чего объем работы по результатам ВЭМ к 5-му месяцу несколько снижался, однако оставаясь выше исходных цифр ($p < 0,05$).

Одновременно к концу похода среди большинства членов экипажа НК выявлено незначительное уменьшение веса и окружности грудной клетки на 4,6%, частоты сердечных сокращений на 18,2%.

Таблица 3

Динамика некоторых показателей функционального состояния организма у экипажа подводных лодок и надводных кораблей на различных этапах похода ($M \pm m$)

Table 3

Dynamics of some indicators of the functional state of the body in the crew of the PL and NC at different stages of the campaign ($M \pm m$)

Показатели	1-я группа		2-я группа			
	Исходно	6 месяц	Исходно	3 месяц	6 месяц	
Весоростовой индекс, у.е.	$0,43 \pm 0,03$	$0,42 \pm 0,02$	$0,44 \pm 0,02$	$0,44 \pm 0,02$	$0,45 \pm 0,02^*$	
ЖЕЛ, мл	$5460 \pm 43,5$	$5412 \pm 42,7$	$5523,6 \pm 44,2$	$5520,5 \pm 42,5$	$5520,8 \pm 42,9$	
Индекс Тифно, %	$73,8 \pm 2,7$	$75,9 \pm 2,8$	$71,1 \pm 2,1$	$71,7 \pm 2,3$	$70,4 \pm 1,3$	
ВЭМ	РС170	$162,3 \pm 12,5$	$165,1 \pm 11,9$	$227,1 \pm 12,3$	$221,4 \pm 11,7$	$231,4 \pm 12,7$
	Общая работа, кВт	$676,3 \pm 34,8$	$814,4 \pm 45,1^*$	$860,5 \pm 54,7$	$1011,6 \pm 59,3^*$	$882,8 \pm 49,8$
Индекс 2 степ-теста, у.е.	$44,3 \pm 1,1$	$47,1 \pm 1,3^*$	$49,2 \pm 1,5$	$53,8 \pm 1,4^*$	$52,7 \pm 1,9^*$	
Электротермометрия, °С	Грудь	$33,5 \pm 0,4$	$33,6 \pm 0,5$	$34,6 \pm 0,3$	$34,1 \pm 0,5$	$34,3 \pm 0,6$
	Стопа	$32,4 \pm 0,3$	$32,5 \pm 0,4$	$30,1 \pm 0,7$	$30,2 \pm 0,4$	$30,1 \pm 0,3$

Примечание: * различия по сравнению с исходными показателями достоверны ($p < 0,05$).

Note: * differences compared to the original data are significant ($p < 0.05$).

теста на 4%, дистоническими реакциями АД на 12% и статистически значимое увеличение общего объема работы по данным ВЭМ на 15,8%. Описанные благоприятные сдвиги происходили на фоне снижения числа лиц с острыми простудными заболеваниями (исходно 12% на 6-й месяц плавания 6%) и отсутствия значимых изменений антропометрических и других функциональных исследований. По-видимому, при-

Заключение. Таким образом, из представленных данных следует, что функциональное состояние сердечно-сосудистой системы моряков зависит от характера военно-профессиональной деятельности. Так, среди офицеров штаба увеличивается число предгипертонических состояний, а для личного состава НК отмечается несколько большая физическая работоспособность по сравнению с ПЛ. При этом

для моряков ПЛ было характерно увеличение температуры кожных покровов нижних конечностей, что имеет определенное значение для контроля и раннего предупреждения перегревания. Одновременно среди экипажа ПЛ наиболее заметное снижение работоспособности наблюдается у комсостава, при этом количественно показатель был взаимосвязан с результатами суточного мониторинга АД и ЭКГ. Кроме того, выявлено, что процесс адаптации регуляторных систем организма дости-

гает максимума к концу 3-го месяца плавания и определяется увеличением выносливости и снижением заболеваемости среди моряков.

Установлено, что применение метода СМАД является существенным резервом при комплексном исследовании функционального состояния циркуляторного гомеостаза, за счет значительного расширения спектра достоверной и оперативной информации о долгосрочной динамике основных показателей системы кровообращения.

Литература/References

1. Геращенко Е.В., Голишевский Д.В., Зеренков П.А., Черников О.Г., Соловьев А.П., Половов С.Ф., Дынин П.Г., Ковтун Е.В., Симаков В.В., Гуляев А.И., Шабалин А.Е., Гусев Р.В. Терапевтическое обеспечение первой боевой службы отряда боевых кораблей Тихоокеанского флота в Аденском заливе // *Здоровье. Медицинская экология. Наука*. 2012. № 1–2 (47–48). С. 137–140. [Gerashchenko E.V., Golishevsky D.V., Zerenkov P.A., Chernikov O.G., Soloviev A.P., Polov S.F., Dynin P.G., Kovtun E.V., Simakov V.V., Gulyaev A.I., Shabalin A.E., Gusev R.V. Therapeutic support for the first combat service of the Pacific Fleet warship squad in the Gulf of Aden. *Health. Medical ecology. The science*. 2012. No. 1–2 (47–48), pp. 137–140 (In Russ.).]
2. Кобалава Ж.Д., Котовская Ю.В. *Мониторинг артериального давления: методические аспекты и клиническое значение* / под ред. В.С.Моисеева. М.: Сервье, 1999. 234 с. [Kobalava Zh.D., Kotovskaya Yu.V. *Blood pressure monitoring: methodological aspects and clinical significance* / ed. V.S.Moiseeva. Moscow: Publishing house Servier, 1999, 234 p. (In Russ.).]
3. Медведев В.И. *Физиология трудовой деятельности*. СПб.: Наука, 1993. 528 с. [Medvedev V.I. *Physiology of work*. St. Petersburg: Publishing house Nauka, 1993, 528 p. (In Russ.).]
4. Baxter V.A., Opiel R.C., Ryan E.P. Navy Beans Impact the Stool Metabolome and Metabolic Pathways for Colon Health in Cancer Survivors // *Nutrients*. 2018. Vol. 11, No. 1. P. 28. doi: 10.3390/nu11010028.
5. Сорока А.К., Шуматов В.Б., Котельников В.Н. Профессиональная компетентность специалиста, как метод совершенствования хирургической помощи в условиях автономного плавания // *Тихоокеанский медицинский журнал*. 2018. № 1 (71). С. 89–92. [Soroka A.K., Shumatov V.B., Kotelnikov V.N. Professional competence of a specialist as a method of improving surgical care in an autonomous swimming environment. *Pacific Medical Journal*, 2018, No. 1 (71), pp. 89–92 (In Russ.). doi: 10.17238/PmJ1609-1175.2018.1.89-92.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 13.10.2020 г.

Авторство:

Вклад в концепцию и план исследования — Е.В.Малинина, В.Н.Котельников. Вклад в сбор данных — Е.В.Малинина, Е.В.Геращенко. Вклад в анализ данных и выводы — Е.В.Малинина, В.Н.Котельников, Н.М.Кондрашова. Вклад в подготовку рукописи — Е.В.Малинина.

Сведения об авторах:

Малинина Елена Владимировна — кандидат медицинских наук, доцент кафедры медицины катастроф и безопасности жизнедеятельности Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тихоокеанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 690002, г. Владивосток, пр-т Острякова, д. 2А; e-mail: vahnenko_elena@mail.ru; ORCID: 0000-0003-4937-2916; SPIN-код 8308-2107; AuthorID: 686439;

Кондрашова Надежда Михайловна — кандидат медицинских наук, доцент Института терапии и инструментальной диагностики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тихоокеанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 690002, г. Владивосток, пр-т Острякова, д. 2А; SPIN-код: 1480-4100; ORCID 0000-0001-6072-1369;

Котельников Владимир Николаевич — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой медицины катастроф и безопасности жизнедеятельности Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тихоокеанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 690002, г. Владивосток, пр-т Острякова, д. 2А; SPIN-код: 7179-0517; ORCID 0000-0001-5830-1322;

Геращенко Евгений Вячеславович — кандидат медицинских наук, доцент Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный федеральный университет» Департамента клинической медицины Школы биомедицины; 690004, Приморский край, г. Владивосток; SPIN-код: 5121-9986; ORCID 0000-0002-2380-1666.

УДК 616-001.11

<http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-4-44-53>

© Зверев Д.П., Кленков И.Р., Мясников А.А., Шитов А.Ю., Фисун А.В., Старков А.В., Логунов К.В., 2020 г.

УСТОЙЧИВОСТЬ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА К ДЕЙСТВИЮ ВЫСОКИХ ПАРЦИАЛЬНЫХ ДАВЛЕНИЙ АЗОТА И МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЕЁ ОЦЕНКИ

¹Д. П. Зверев, ¹И. Р. Кленков*, ¹А. А. Мясников, ¹А. Ю. Шитов, ¹А. В. Фисун, ²А. В. Старков, ³К. В. Логунов

¹Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

²Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, Санкт-Петербург, Россия

³Санкт-Петербургский государственный университет; Общество с ограниченной ответственностью «Медикон», Санкт-Петербург, Россия

Целью данной работы явилась разработка алгоритма оценки устойчивости организма человека к действию высоких парциальных давлений азота.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 125 водолазов. Испытуемых размещали в водолазной барокамере, где повышали давление воздухом до 0,8 МПа (70 м вод. ст.). До повышения давления и под максимальным давлением у испытуемых определяли функции: внимания — с помощью методик корректурной пробы с кольцами Ландольта, словесно-цветовой интерференции (тест Струпа) и «Расстановка чисел»; мышления — с помощью методик сложения и вычитания с переключением с использованием таблицы Крепелина, арифметических тестов «сложение в уме», «умножение в уме» и «вычитание в уме»; тонкомышечной деятельности — с помощью методик «тест Беннета», тест «квадраты» и макрографии.

Результаты и их обсуждение. В результате сравнительного и дискриминантного анализов из десяти методик и двадцати двух показателей, используемых в практике медицинского обеспечения водолазных спусков, выбраны две, позволяющие с высокой долей достоверности выявить степень изменения функционирования центральной нервной системы при действии высоких парциальных давлений азота. На основе изменений скорости переработки информации в зрительном анализаторе и процессов мышления определяется устойчивость организма человека к действию высоких парциальных давлений азота.

Ключевые слова: морская медицина, устойчивость, азотный наркоз, водолаз, алгоритм

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Зверев Д.П., Кленков И.Р., Мясников А.А., Шитов А.Ю., Фисун А.В., Старков А.В., Логунов К.В. Устойчивость организма человека к действию высоких парциальных давлений азота и методические аспекты её оценки // *Морская медицина*. 2020. Т. 6, № 4. С. 44–53, <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-4-44-53>.

*Контакт: *Кленков Ильяс Руфатович, fugazik@mail.ru*

© Zverev D.P., Klenkov I.R., Myasnikov A.A., Shitov A.Yu., Fisun A.V., Starkov A.V., Logunov K.V., 2020

RESISTANCE OF THE HUMAN BODY TO THE ACTION OF HIGH PARTIAL PRESSURE OF NITROGEN AND METHODOLOGICAL ASPECTS OF ITS ASSESSMENT

¹Dmitriy P. Zverev, ¹Ilyas R. Klenkov*, ¹Aleksey A Myasnikov, ¹Arseniy Yu. Shitov,

¹Anton V. Fisun, ²Aleksandr V. Starkov, ³Konstantin V. Logunov

¹Military Medical Academy named after S. M. Kirov, Saint Petersburg, Russia

²First Saint Petersburg State Medical University named after I. P. Pavlov, Saint Petersburg, Russia

³Saint Petersburg State University; Limited Liability Company «Medicon», Saint Petersburg, Russia

The purpose of the study was the development of an algorithm for assessing the resistance of the human body to the action of high partial pressures of nitrogen.

Materials and methods: 125 divers were enrolled in the study. The subjects were placed in a diving pressure chamber, where the air pressure was increased to 0,8 MPa (70 m water column). Before the pressure increase and under maximum pressure, the following functions were assessed in the subjects: attention — using the Landolt's rings visual acuity test, verbal-color interference (Stroop test) and «Numbering»; thinking — using the methods of addition and subtraction with switching using the Kraepelin table, arithmetic tests «addition in the mind», «multiplication in the mind» and «subtraction in the mind»; small muscle activity — using the Bennett test, the squares test and macrography.

Results and discussion. As a result of comparative and discriminant analyzes, out of ten methods and twenty-two indicators used in the practice of medical support for dives, two were selected, allowing with a high degree of reliability to identify the degree of change in the functioning of the central nervous system under the action of high partial pressures of nitrogen. On the basis of changes in the data processing rate in the visual analyzer and thinking processes, the resistance of the human body to the action of high partial pressures of nitrogen is determined.

Key words: marine medicine, resistance, raptures of the deep, diver, algorithm

Conflict of interest: authors declared no conflict of interest.

For citation: Zverev D.P., Klenkov I.R., Myasnikov A.A., Shitov A.Yu., Fisun A.V., Starkov A.V., Logunov K.V.

Resistance of the human body to the action of high partial pressures of nitrogen and methodological aspects of its assessment // *Marine medicine*. 2020. Vol. 6, No. 4. P. 44–53, <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-4-44-53>.

*Contact: *Klenkov Ilyas Rifatievich, fugazik@mail.ru*

Введение. Работа под водой всегда связана с воздействием на организм человека большого количества разномодальных факторов, обусловленных физико-химическими свойствами окружающей среды, прежде всего повышенным давлением газовой и водной среды, тактико-техническими характеристиками водолазного снаряжения, составом дыхательных газовых смесей. В условиях водной среды и после выхода из нее профессиональная работоспособность водолазов существенно снижается, в том числе и из-за механического и биологического действия повышенного давления окружающей среды¹. Вследствие этих воздействий со стороны органов и систем организма происходят неодинаковые по степени выраженности изменения в их функционировании, что может неблагоприятно сказываться на функциональном состоянии организма человека, его работоспособности, а в отдельных случаях — обуславливает развитие специфических патологических состояний [1, с. 745].

Одной из главных задач медицинского отбора водолазов, наряду с выявлением болезней, препятствующих работе по специальности «водолаз», является определение устойчивости организма к действию неблагоприятных факторов повышенного давления газовой и водной сред,

а именно: перепады общего давления, высокие и низкие парциальные давления индифферентных и биологически активных газов и т.д. В настоящее время регламентировано проведение 5 специальных проб для проверки устойчивости кандидатов на обучение по специальности «водолаз»: устойчивость к декомпрессионному газообразованию, устойчивость к токсическому действию высоких парциальных давлений кислорода, устойчивость к токсическому действию высоких парциальных давлений азота, устойчивость к кислородному голоданию и барофункция [2, с. 5–19]. Все пробы являются «прямыми», т.е. включают в себя дозированное действие проверяемого фактора, а результатом служит ответная реакция организма человека. Следовательно, для проверки устойчивости к факторам повышенного давления необходима барокамера. Учитывая, что водолазные врачи по роду своей деятельности должны оказывать помощь пострадавшим в условиях повышенного давления, например, при проведении лечебной рекомпрессии, важно, чтобы во время обучения, как и при подготовке водолазов, они могли бы испытать действие повышенного давления на себе. К сожалению, учебные заведения, осуществляющие подготовку водолазных врачей как для силовых ведомств, так и для гражданского здравоохранения,

¹ Сохранение и повышение военно-профессиональной работоспособности специалистов флота в процессе учебно-боевой деятельности и в экстремальных ситуациях: методические рекомендации / под ред. Ю.М.Боброва, В.И.Кулешова, А.А.Мясникова. СПб.: ВМедА, 2015. 182 с. [Preservation and improvement of military professional efficiency of fleet specialists in the process of training and combat activities and in extreme situations: guidelines / ed. Yu.M.Bobrov, V.I.Kuleshova, A.A.Myasnikov. St. Petersburg: VMedA, 2015, 182 p. (In Russ.)].

нения, не обладают необходимой материально-технической базой, прежде всего, многочисленными медицинскими барокамерами [3, с. 38–42].

Биологическое действие повышенного давления обусловлено увеличением парциального давления метаболически активных газов (кислорода и диоксида углерода), а также индифферентных газов (азота, гелия, водорода, аргона, неона и др.), входящих в состав дыхательных газовых смесей. При дыхании газовой смесью с увеличивающимся парциальным давлением азота (более 320 кПа) возникает сначала незначительное, а по мере роста парциального давления азота, выраженное снижение работоспособности вплоть до полной ее утраты и потеря сознания. Подобные проявления были описаны (Damant G.C., 1930) в конце 20-х годов прошлого столетия [4, р. 606–608], а в 1935 г. экспериментально установлена связь этих неблагоприятных изменений водолазов с величиной парциального давления азота (Behnke A.R., 1935) [5, р. 554–557]. Эти проявления имеют большое сходство с состоянием, возникающим при клиническом наркозе, в связи с чем сформировались термины «наркоз инертным газом» [6, р. 198–199] и «азотный наркоз» [7, с. 145]. В последнее время воздействие высоких парциальных давлений азота принято называть токсическим действием¹.

Основные проявления токсического действия азота выражаются в эмоционально-волевой сфере, когнитивных процессах, в функционировании сенсорных систем и нарушении тонкомышечной координации [8, с. 11–28]. В связи с неодинаковой устойчивостью человека к высокому парциальному давлению азота у разных людей эти изменения проявляются при различных величинах pN_2 .

В общебиологическом смысле под устойчивостью понимают способность организма при-

способливаться к изменившимся условиям и/или действию неблагоприятных факторов. Развитие устойчивости характеризуется комплексом приспособительно-компенсаторных реакций, направленных на поддержание постоянства внутренней среды организма — гомеостаза [9, с. 129–131]. Применительно к действию высоких парциальных давлений азота устойчивость человека характеризуется его индивидуальной ответной реакцией на действие высоких pN_2 в условиях гипербарии.

Методические подходы к исследованию устойчивости организма человека к действию высоких парциальных давлений азота были обоснованы и предложены Г. Л. Зальцманом в середине 70-х годов прошлого столетия [10, с. 186–195]. Дальнейшее совершенствование организационных и методических основ оценки устойчивости организма было продолжено в исследованиях И. П. Юнкина [11, с. 148–161], Ю. М. Боброва [12, с. 13], А. Н. Поликарпочкина [13, с. 56], А. Н. Вётоша [8, с. 95–103], А. Ю. Следкова [14, с. 15–24]. Эти исследования позволили обосновать необходимость отбора водолазов-глубоководников и акванавтов, что нашло отражение в руководящих документах по порядку медицинского освидетельствования водолазного состава силовых ведомств и в гражданском здравоохранении. В них регламентируются методики для оценки устойчивости организма человека к факторам повышенного давления, в том числе к наиболее неблагоприятному для водолазов-глубоководников и акванавтов — к действию высоких парциальных давлений азота (ВПДА)².

Методика определения устойчивости к действию ВПДА включает в себя проведение психофизиологических обследований в многочисленной барокамере при нормальном и повышенном давлении воздуха³. У этой методики

¹ Волков Л.К., Сапов И.А., Юнкин И.П. Физиология подводного плавания и аварийно-спасательного дела: учебник для вузов. Л., 1986. Ч. III. Гл. 4: Наркотическое действие индифферентных газов. Нервный синдром высоких давлений. С. 200–211. [Volkov L.K., Sapov I.A., Yunkin I.P. Physiology of scuba diving and emergency rescue: textbook for Universities. Leningrad, 1986. Part III. Ch. 4: Narcotic effect of indifferent gases. Nervous syndrome of high pressures, pp. 200–211 (In Russ.).]

² Приказа Министра обороны Российской Федерации от 20.10.2014 г. № 770 «О мерах по реализации в Вооруженных Силах Российской Федерации правовых актов по вопросам проведения военно-врачебной экспертизы» // Российская газета. 2015. № 24/1, 06 февраля. [Order of the Minister of defense of the Russian Federation of 20.10.2014 No. 770 «On measures for the implementation in the Armed Forces of the Russian Federation of legal acts on military medical expertise». Rossiyskaya Gazeta. 2015. No. 24/1, February 06. (In Russ.).]

³ Инструкция о порядке проведения медицинского освидетельствования водолазного состава Военно-Морского Флота. М., 2003. 10 с. [Instructions on the procedure for conducting a medical examination of the diving staff of the Navy. Moscow, 2003. 10 p. (In Russ.).]

имеются как достоинства (относительная простота и доступность, возможность как объективной, так и субъективной оценки), так и недостатки (трудности при осуществлении массового отбора водолазов, ограничение экспозиции под наибольшим давлением из-за высокого риска возникновения бессимптомного декомпрессионного газообразования, что часто не позволяет провести весь комплекс психофизиологического тестирования).

Методика определения устойчивости к действию ВПДА проводится при повышенном давлении воздуха 0,9 МПа с выдержкой под максимальным давлением до 5 минут, с последующей декомпрессией по стандартному режиму без возможности его удлинения, что может приводить к бессимптомному декомпрессионному газообразованию и развитию хронической декомпрессионной болезнью¹. Для совершенствования методики определения устойчивости организма к действию ВПДА нами ранее [15, с. 21–23] была обоснована возможность уменьшения наибольшего давления для определения устойчивости до 0,8 МПа. Это позволило увеличить время нахождения под наибольшим давлением 0,8 МПа до 15 минут и при необходимости «удлинять» режим декомпрессии, что важно при участии в обследовании лиц со средней и низкой устойчивостью к декомпрессионному газообразованию.

Целью данной работы явилось совершенствование методики для оценки устойчивости организма человека к действию высоких парциальных давлений азота.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 125 водолазов в возрасте от 23 до 42 лет (средний возраст $29,7 \pm 5,1$ года), со стажем водолазных работ от 1 года до 12 лет (средний стаж $5 \pm 3,8$ года) и наработкой от 50 до 1500 спусковых часов, в среднем $120 \pm 27,3$ часа; с интенсивностью гипербарических воздействий (Зверев Д.П., 2011) $7,8 \pm 2,9$ часа в месяц. После инструктажа и медицинского осмотра испытуе-

мые размещались в многоместной барокамере. До повышения давления они выполняли комплекс психофизиологических тестов для оценки: функции внимания с помощью методики корректурной пробы с кольцами Ландольта, словесно-цветовой интерференции (тест Струпа) и «расстановки чисел»; функции мышления с помощью методики сложения и вычитания с переключением с использованием таблицы Крепелина, арифметических тестов («сложение в уме», «умножение в уме» и «вычитание в уме»); тонкомышечной деятельности с помощью методики «тест Беннета», теста «квадраты» и методики макрографии [16, с. 439–441]. Затем в барокамере повышали давление воздухом до 0,8 МПа, при достижении которого испытуемые повторяли ранее выполненный комплекс психофизиологических методик. В период повышения давления и пребывания под ним врач-исследователь оценивал поведение испытуемых². Декомпрессия до нормального атмосферного давления проводилась по ступенчатому режиму, его общее время составляло 108 минут.

После окончания погружения полученные результаты подвергались статистической обработке — выполнялись сравнение и дискриминантный анализ психофизиологических данных, полученных до и в период нахождения под наибольшим давлением. Для дискриминантного анализа на первом этапе имеющаяся выборка делилась на две группы: первая (1) — устойчивые ($n=43$) и вторая (2) — неустойчивые к действию ВПДА ($n=82$). На втором этапе неустойчивых водолазов разделили на подгруппы среднеустойчивых — $n=68$ (2.1) и низкоустойчивых лиц к действию ВПДА — $n=14$ (2.2). Затем проводили расчет расстояния Махалобиса. С его помощью были получены канонические дискриминантные функции, определяющие принадлежность обследуемых к группе устойчивости на основе имеющихся данных при условии априорно известной классификации. Значимость отличий средних

¹ Мясников А.А. Устойчивость организма к декомпрессионной болезни и методы её повышения: учебное пособие. СПб.: Изд-во МАПО, 2009. 45 с. [Myasnikov A.A. The body's Resistance to decompression sickness and methods of its improvement: textbook. St. Petersburg: MAPO Publishing house, 2009, 45 p. (In Russ.)].

² Патент 2688788 С1 Российская Федерация, МПК А 61 В 5/16. Способ определения степени индивидуальной устойчивости водолазов к токсическому действию азота / Д.П.Зверев, Ю.М.Бобров, А.Н.Поликарпочкин, А.Ю.Шитов.; заявка № 2018120976; заявл. 06.06.2018; опубл. 22.05.2019 // Изобретения. Полезные модели: офиц. бюл. М.: ФИПС, 2019. № 15. [Patent 2688788 C1 Russian Federation, IPC A 61 B 5/16. Method for determining the degree of individual resistance of divers to the toxic effect of nitrogen / D.P.Zverev, Yu.M.Bobrov, A.N.Polikarpochkin, A.Yu.Shitov; application no. 2018120976; application no. 06.06.2018; publ. 22.05.2019 // Inventions. Useful models: official Byul. Moscow: FIPS, 2019. No. 15. (In Russ.)].

значений дискриминантных функций оценивалась с помощью критерия Л Уилкса¹. После этого проводилась кросс-проверка перекрестно-проверяемых сгруппированных наблюдений. Для оценки качества, чувствительности и специфичности математических моделей-классификаторов проводили ROC-анализ.

Результаты и их обсуждение. Использованные в исследовании психофизиологические тесты, по данным литературы, наиболее широко применяются в практике медицинского обеспечения водолазных спусков. Исходные данные исследования представлены в табл. 1.

При давлении 0,8 МПа (70 м) по сравнению с исходными данными выявлено увеличение: количества просмотренных колец по коррек-

турной пробе с кольцами Ландольта (КПК) на 3,6%, количества ошибок по корректурной пробе с кольцами Ландольта (КОШкп) на 81,8%, количества ошибок по арифметическому тесту «сложение в уме» (КОШсл) на 100%, количества действий по арифметическому тесту «умножение в уме» (КДумн) на 2,0%, количества ошибок по арифметическому тесту «умножение в уме» (КОШумн) на 100%, количества действий по методике словесно-цветовой интерференции (тест Струпа) (КДсци) на 5,2%, количества ошибок по методике сложения и вычитания с переключением на бланке таблицы Крепелина (КОШтк) на 100%, длины квадрата со стороной в 3 см по тесту «квадраты» (ДСК-3) на 9,0%, длины

Таблица 1

Динамика изменения показателей функций центральной нервной системы при водолажном спуске в барокамере на глубину 0,8 МПа (70 м) Me [Q25; Q75]

Table 1

Dynamics of changes in the indicators of the central nervous system functions during diving descent in a pressure chamber to a depth of 0,8 MPa (70 m) Me [Q25; Q75]

Период		при нормальном давлении	под избыточным давлением
Корректурная проба с кольцами Ландольта	КПК	446 [390; 505]	462 [380; 537]*
	Кош	22 [14; 32]	40 [27; 59]**
	А	0,57 [0,48; 0,67]	0,43 [0,32; 0,53]**
Арифметический тест «сложение в уме»	КДсл	10 [8; 12]	9 [8; 12]*
	КОШсл	0 [0; 1]	1 [0; 2]**
	Мсл	0,26 [0,22; 0,31]	0,22 [0,16; 0,28]**
Арифметический тест «умножение в уме»	КДумн	24 [18; 31,25]	25 [17,5; 33]
	КОШумн	1 [0; 3]	2 [0; 3]
	Мумн	0,19 [0,09; 0,25]	0,17 [0,05; 0,23]*
Словесно-цветовая интерференция	КДсци	30 [21; 30]	29 [16; 30]
	КОШсци	0,5 [0; 2,0]	1,0 [0; 5,0]
Сложение и вычитание с переключением (тест «счет по Крепелину»)	КДтк	210 [183; 173]	198 [220; 203]*
	КОШтк	0 [0; 1]	1 [0; 2]
Арифметический тест «вычитание в уме»	КДвыч	12 [9; 14]	11 [8; 12]*
	КОШвыч	0 [0; 1]	1 [0; 2]
Тест Беннета	ПТВ	25 [20; 30]	23 [16; 30]*
	Коэфф. ТМК	0,41 [0,29; 0,51]	0,352 [0,23; 0,48]**
Тест «квадраты»	ДСК-3	3,33 [1,63; 5,03]	3,63 [2,03; 5,23]*
	ДСК-5	4,93 [3,53; 6,33]	5,73 [3,83; 7,63]*
Расстановка чисел	КЧрч	17 [14; 20]	16 [12; 19]*
	КОрч	2 [2; 4]	4 [2; 6]**
Макрография		7,2 [6,1; 7,9]	8,4 [7,3; 9,6]**

Примечания: * статистически значимые различия по сравнению с исходными данными, $p < 0,05$; ** статистически значимые различия по сравнению с исходными данными, $p < 0,01$.

Notes: * statistically significant differences compared with the initial data, $p < 0,05$; ** statistically significant differences compared with the initial data, $p < 0,01$.

¹ Гржибовский А.М., Унгурияну Т.Н. Анализ биомедицинских данных с использованием пакета статистических программ SPSS: учебное пособие. Архангельск: Изд-во Северного государственного медицинского университета, 2017. 293 с. [Grzybowski A.M., Unguryanu T.N. Analysis of biomedical data using statistical software package SPSS: a training manual. Arkhangelsk: Northern State Medical University Press, 2017, 293 p. (In Russ.).]

квадрата со стороной в 5 см по тесту «квадраты» (ДСК-5) на 16,2%, количества ошибок по методике «расстановка чисел» (Корч) на 100,0% и макрографии на 16,7%.

У следующих показателей обнаружено снижение: скорости переработки информации в зрительном анализаторе по корректурной пробе с кольцами Ландольта (Акп) на 24,6%, количества действий по арифметическому тесту «сложение в уме» (КДсл) на 10,1%, ско-

ных (10 методик) всего 2, у которых между исследуемыми группами было наибольшее расстояние Махалонобиса (D^2_{\min}). Статистическую значимость показателей оценивали при помощи дисперсионного анализа (точное значение F), который отражал вклад переменной при классификации.

В первую каноническую функцию (d_1) вошел только один показатель — скорость переработки информации в зрительном анализаторе

Таблица 2

Расчеты расстояния Махалонобиса (D^2_{\min})

Table 2

Calculations of Mahalanobis distance (D^2_{\min})

Функция	№ шага	Переменные	D^2_{\min}		Точное значение F			
			Статистика	Между группами	Статистика	ст.св1	ст.св2	Значимость
d1	1	Δa	2,896	1 и 2	81,687	1	123	$2,803 \times 10^{-15}$
d2	1	Δa	4,646	2.1 и 2.2	53,941	1	80	$1,535 \times 10^{-10}$
	2	Δm	6,077		34,834	2	79	$1,424 \times 10^{-11}$

Примечания: D^2_{\min} — минимальное значение квадрата расстояния Махалонобиса. ст. св. — степени свободы; F — мера вклада переменной в классификацию; Δa — степень изменения скорости переработки информации в зрительном анализаторе; Δm — степень изменения скорости мышления.

Notes: D^2_{\min} is the minimum value of the square of the Mahalanobis distance; st. sv. — degrees of freedom; F is a measure of the contribution of the variable to the classification; Δa — the degree of change in the speed of information processing in the visual analyzer; Δm — the degree of change in the speed of thinking.

рости мышления по арифметическому тесту «сложение в уме» (Мсл) на 14,5%, скорости мышления по арифметическому тесту «умножение в уме» (Мумн) на 11,6%, количества действий по методике словесно-цветовой интерференции (тест Струпа) (КОШсци) на 50%, количества действий по методике сложения и вычитания с переключением на бланке таблицы Крепелина (КДтк) на 5,7%, количества действий по арифметическому тесту «вычитание в уме» (КДвыч) на 12,1%, количества ошибок по арифметическому тесту «вычитание в уме» (КОШвыч) 100%, уровня тонкомышечной координации движений по тесту Беннета (ПТБ) на 9,2%, коэффициента уровня тонкомышечной координации движений по тесту Беннета (коэф. ТМК) на 12,0%, количества записанных чисел по методике «расстановка чисел» (КЧрч) на 5,9%.

Статистически значимые изменения выявлены у показателей: КПК, КДсл, Мумн, КДтк, КДвыч, ПТБ, ДСК-3, ДСК-5, КЧрч — при $p < 0,05$; КОШкп, Акп, КОШсл, Мсл, Коэф. ТМК, Корч, макрографии — при $p < 0,01$.

При дискриминантном анализе (табл. 2) в канонические функции включены из 22 перемен-

ных по корректурной пробе с кольцами Ландольта, так как показатель скорости мышления при арифметическом счете «сложение в уме» имел небольшое расстояние Махалонобиса между группами ($D^2_{\min} = 0,207$; $F = 5,848$). Во вторую каноническую функцию (d_2) были включены оба показателя.

Затем рассчитали коэффициенты для формулы первой (1) и второй канонических дискриминантных функций (2).

$$d_1 = 1,733 + 0,068 \times \Delta a, \quad (1)$$

$$d_2 = 2,965 + 0,077 \times \Delta a + 0,015 \times \Delta m, \quad (2)$$

где: Δa — скорость переработки информации в зрительном анализаторе; Δm — скорость мышления.

Средние значения центроидов групп для разделения испытуемых были следующие: для первой группы (d_1) = 1,116, для второй группы (d_2) = -0,585; у второй группы получены следующие средние значения центроидов подгрупп: ($d_{2.1}$) = 0,421 и ($d_{2.2}$) = -2,044. В последующем решение о разделении испытуемых принималось на основании близости к одному из своих цент-

роидов d_1 и d_2 ($d_{2.1}$ и $d_{2.2}$), для чего получили константу дискриминации, которая являлась значением функции, равноудаленным от центровидов d_1 и d_2 ($d_{2.1}$ и $d_{2.2}$). Константы дискриминаций d_1 и d_2 ($d_{2.1}$ и $d_{2.2}$) рассчитывались по формуле (3 и 4):

$$A(d_1) = \frac{(\bar{d}_{1.1} + \bar{d}_{2.1})}{2}, \quad (3)$$

где: A — константа дискриминации, \bar{d}_1 — значение центроида одной исследуемой группы (d_1); \bar{d}_2 — значение центроида второй исследуемой группы (d_2).

$$A(d_2) = \frac{(\bar{d}_{2.1} + \bar{d}_{2.2})}{2}, \quad (4)$$

где: A — константа дискриминации, $\bar{d}_{2.1}$ — значение центроида одной исследуемой группы ($d_{2.1}$); $\bar{d}_{2.2}$ — значение центроида второй исследуемой группы ($d_{2.2}$).

Согласно формуле (3) константа дискриминации первой дискриминантной функции составила $A_1(d_1) = 0,265$, т.е. если значение $d_1 > A_1(d_1)$, то испытуемых относили к группе 1 (высокоустойчивые), остальных — к группе 2 (невысокоустойчивые). Аналогично по формуле (4), $A_2(d_2) = -0,81169$, т.е. если значение $d_2 > A_2(d_2)$, то испытуемых относили к подгруппе 2.2 (среднеустойчивые), остальных — к подгруппе 2.1 (низкоустойчивые).

Также проводилась проверка состоятельности дискриминантных функций. Вторая дискриминантная функция (d_2) имела высокие результаты собственного значения — 0,882 и канонической корреляции ($r = 0,685$), а d_1 несколько хуже — 0,664, однако имела почти такой же уровень канонической корреляции ($r = 0,632$).

Значимость критерия Λ Уилкса для групп: d_1 — $\Lambda = 62,389$, $\chi^2 = 0,601$, $p < 0,001$; и d_2 — $\Lambda = 49,95$, $\chi^2 = 0,531$, $p < 0,001$. Следовательно, эти величины указывают на статистически значимые различия средних значений центроидов функций.

Результаты классификации канонических дискриминантных функций d_1 и d_2 выявили, что правильно были классифицированы 78,4 и 90,2% случаев соответственно. Далее проводили кросс-проверку перекрестно-проверяемых сгруппированных наблюдений. По результатам проверки значения — $d_1 = 78,3\%$ и $d_2 = 89,0\%$, которые показывают небольшой сдвиг правильно классифицированных случаев канонических дискриминантных функций. Рассчитанные канонические функции d_1 и d_2 показали достаточно высокую точность и могут быть использованы для оценки устойчивости организма к действию высоких парциальных давлений азота.

Также рассчитывали показатели чувствительности (Se) и специфичности (Sp) моделей, в результате чего получили следующие значения: $Se(d_1) = 78,0\%$, $Sp(d_1) = 79,1\%$ и $Se(d_2) = 92,9\%$, $Sp(d_2) = 89,7\%$. Эти значения отображают высокую чувствительность и специфичность моделей. Следовательно, рассчитанные канонические функции d_1 и d_2 (модели) показывают высокую точность классификации и могут быть рекомендованы для определения устойчивости организма к действию ВПДА.

Таким образом, был разработан алгоритм определения устойчивости организма к действию ВПДА, представленный на рисунке.

Порядок действия по алгоритму следующий¹. На основании переменных скорости переработки информации в зрительном анализаторе по корректурной пробе с кольцами Ландольта



Рисунок. Алгоритм определения устойчивости организма к действию высоких парциальных давлений азота
Примечания: Δa — степень изменения скорости переработки информации в зрительном анализаторе (%); Δm — степень изменения скорости мышления (%)

Figure. Algorithm for determining the body's resistance to the action of high partial pressures of nitrogen
Notes: Δa — the degree of change in the speed of information processing in the visual analyzer (%); Δm — the degree of change in the speed of thinking (%)

и скорости процессов мышления по арифметическому тесту «сложение в уме» необходимо рассчитать степень изменения функционирования ЦНС при действии ВПДА, т.е. СИФ₁ (d_1) (см. формулу 1 и рисунок). Если этот показатель будет меньше 0,2655, то испытуемого относят к группе высокоустойчивых к действию ВПДА (см. рисунок). Если показатель СИФ₁ (d_1) — больше 0,2655, то необходимо произвести расчет СИФ₂ (d_2) (см. формулу 2). Если СИФ₂ (d_2) > -0,812, то испытуемого относят к среднеустойчивым, если СИФ₂ (d_2) ≤ -0,812, то к низкоустойчивым к действию ВПДА (см. рисунок).

В качестве примера использования алгоритма устойчивости к действию высоких парциальных давлений азота рассмотрим данные, полученные у водолазов «А», «В» и «С». Для этого в условиях нормального давления под наблюдением водолазного врача водолазы выполняли психофизиологические тесты: корректурную пробу с кольцами Ландольта и арифметический тест «сложение в уме». При этом у водолаза «А» $a_{исх}=0,566$ и $m_{исх}=0,214$; у водолаза «В» $a_{исх}=0,570$ и $m_{исх}=0,278$; у водолаза «С» $a_{исх}=0,672$ и $m_{исх}=0,306$.

В условиях повышенного давления (0,8 МПа) получены следующие результаты: у водолаза «А» $a_{изб}=0,468$ и $m_{изб}=0,241$, у водолаза «В» $a_{изб}=0,339$ и $m_{изб}=0,250$; у водолаза «С» $a_{изб}=0,376$ и $m_{изб}=0,195$.

Следовательно, Δa — степень изменения показателя скорости переработки информации у водолаза «А» составила $\Delta a = -17,3\%$, а $\Delta m = 12,6\%$, у водолаза «В» $\Delta a = -40,5\%$, $\Delta m = -10,1\%$, у водолаза «С» $\Delta a = -44,0\%$ и $\Delta m = -36,3\%$.

Для определения устойчивости к действию высоких парциальных давлений азота рассчи-

тываем показатели СИФ₁ и СИФ₂ по формулам 1 и 2 соответственно. У водолаза «А» СИФ₁=0,556 и СИФ₂=1,821; у водолаза «В» СИФ₁=-1,023 и СИФ₂=-0,307; у водолаза «С» СИФ₁=-1,262 и СИФ₂=-0,971.

Исходя из полученных результатов водолаз «А» оказался высокоустойчивым, водолаз «В» среднеустойчивым, а водолаз «С» — низкоустойчивым к действию высоких парциальных давлений азота.

Заключение. Водолазный спуск в барокамере под давление 0,8 МПа (70 м) с проведением психофизиологических тестов: корректурной пробы с кольцами Ландольта и арифметического теста «сложение в уме» является информативной методикой для определения устойчивости организма к действию высоких парциальных давлений азота. В результате сравнительного и дискриминантного анализов из десяти методик и двадцати двух показателей, используемых в практике медицинского обеспечения водолазных спусков, выбраны две, позволяющие с высокой долей достоверности выявить степень изменения функционирования центральной нервной системы при действии высоких парциальных давлений азота. Тем самым сокращается время нахождения испытуемых под наибольшим давлением, что при достаточном качестве исследования снижает вероятность развития бессимптомного декомпрессионного газообразования при снижении давления в барокамере до атмосферного.

Таким образом, усовершенствованный подход к определению устойчивости организма к токсическому действию высоких рN₂, позволит повысить качество и безопасность медицинского отбора водолазов.

Литература/References

1. Семенов В.Н., Иванов И.В. Функциональные тесты как важное направление сохранения здоровья водолазов // *Медицина труда и промышленная экология*. 2019. Т. 59, № 9. С. 745. [Sementsov V. N., Ivanov I.V. Functional tests as an important direction of divers' health preservation. *Medicina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2019, Vol. 59, No. 9, p. 745 (In Russ.)]. doi: 10.31089/1026-9428-2019-59-9-745-746.

¹ Патент на изобретение 2712067 С1 Российская Федерация, МПК А 61 В 5/00. Способ определения устойчивости организма человека к действию высоких парциальных давлений азота по изменению скорости переработки информации в зрительном анализаторе: патент на изобретение / Д.П.Зверев, И.Р.Кленков, А.Ю.Шитов, К.Ю.Сапожников; заявка № 2019122523; заявл. 15.07.2019; опублик. 24.01.2020 // Изобретения. Полезные модели: офиц. бюл. М.: ФИПС, 2020. № 3. [Patent for invention 2712067 С1 Russian Federation, IPC А 61 В 5/00. A method for determining the stability of the human body to the action of high partial nitrogen pressures by changing the speed of information processing in the visual analyzer: patent for the invention / D.P.Zverev, I.R.Klenkov, A.Yu.Shitov, K.Yu.Sapozhnikov; application no. 2019122523; application no. 15.07.2019; publ. 24.01.2020 // Inventions. Useful models: ofits. Byul. Moscow: FIPS, 2020, No. 3. (In Russ.)].

2. Голосов С.Ю., Семенцов В.Н., Ковалев С.А., Головкин В.Б. *Оценка устойчивости водолазов к некоторым факторам гипербарической среды* / под ред. И.В.Бухтиярова, В.А.Рогожника. М.: ПМГУ им. И.М. Сеченова, 2020. 26 с. [Golosov S.Yu., Sementsov V.N., Kovalev S.A., Golovkin V.B. *Assessment of the stability of divers to some factors of the hyperbaric environment* / Ed. by I.V.Bukhtiyarov, V.A.Rogozhnikov. Moscow: PMGU Sechenov state university, 2020, 26 p. (In Russ.)].
3. Зверев Д.П., Мясников А.А., Шитов А.Ю., Андрусенко А.Н. Для спасения на воде и под водой Актуальные вопросы преподавания «водолазной медицины» // *Вестник военного образования*. 2017. № 6 (9). С. 38–43. [Zverev D.P., Myasnikov A.A., Shitov A.Yu., Andrusenko A.N. For rescue on water and under water Topical issues of teaching «diving medicine». *Bulletin of military education*, 2017, № 6 (9), pp. 38–43 (In Russ.)].
4. Damant G.C.C. Physiological effects of work in compressed air // *Nature Publishing Group*. 1930. Vol. 126, No. 3181. P. 606–608.
5. Behnke A.R., Thomson R.M., Motley E.P. The psychologic effects from breathing air at 4 atmospheres pressure // *Am. J. Physiol.-Leg. Content*. 1935. Vol. 112, No. 3. P. 554–558.
6. Edmonds C., Lawry C., Pennefather J. Nitrogen narcosis // *Diving Med. Cent. Publ.* 2nd ed. Syd. Aust. 1981. P. 197–208.
7. Лазарев Н.В. *Биологическое действие газов под давлением*. Л.: ВММА, 1941. 935 с. [Lazarev N.V. *Biological action of gases under pressure*. Leningrad: VMMA, 1941, 935 p. (In Russ.)].
8. Ветош А.Н. *Биологическое действие азота*: монография. СПб., 2003. 231 с. [Vetosch A.N. *The biological effect of nitrogen*: monograph. St. Petersburg, 2003, 231 p. (In Russ.)].
9. Быков В.Н., Ветряков О.В., Цыган В.Н., Халимов Ю.Ш., Анохин А.Г., Фатеев И.В., Калтыгин М.В., Толстой О.А. Оценка устойчивости военнослужащих к гипоксии на фоне гипобарии и высокой физической активности // *Вестник Российской военно-медицинской академии*. 2017. № 3. С. 129–133. [Bykov V.N., Vetryakov O.V., Tsygan V.N., Halimov Yu.Sh., Anokhin A.G., Fateev I.V., Kaltygin M.V., Tolstoy O.A. Assessment of the resistance of military personnel to hypoxia against the background of hypobaria and high physical activity. *Bulletin of the Russian military medical Academy*, 2017, No. 3, pp. 129–133 (In Russ.)].
10. Зальцман Г.Л. Описание внешних проявлений гипербарического (азотного, водородного, аргонового и гелиевого) наркоза у животных // *Гипербарические эпилепсия и наркоз*. 1968. С. 186–196. [Salzman G.L. Description of external manifestations of hyperbaric (nitrogen, hydrogen, argon and helium) anesthesia in animals. *Hyperbaric epilepsy and anesthesia*, 1968, pp. 186–196 (In Russ.)].
11. Юнкин И.П., Апанасенко Г.Л., Соколов Г.М. Основные принципы профессионального отбора водолазов // *Человек и животные в гипербарических условиях*. 1980. С. 148–180. [Yunkin I.P., Apanasenko G.L., Sokolov G.M. Basic principles of professional selection of divers. *Man and animals in hyperbaric conditions*. 1980, pp. 148–180 (In Russ.)].
12. Бобров Ю.М., Поликарпочкин А.Н., Юнкин И.П. Устойчивость человека к наркотическому действию азота в условиях повышенного давления и некоторые способы ее определения // *Индиферентные газы в водолазной практике, биологии и медицине*. М.: Слово, 2000. С. 13. [Bobrov Yu.M., Polikarpochkin A.N., Yunkin I.P. Human Resistance to the narcotic effect of nitrogen under high pressure and some ways to determine it. *Indifferent gas in diving practice, biology and medicine*. Moscow: Publishing house Slovo, 2000, p. 13. (In Russ.)].
13. Поликарпочкин А.Н., Юнкин И.П. Оценка устойчивости организма человека к наркотическому действию азота с помощью закиси азота // *Проблемы работоспособности в условиях повышенного давления*. Л.: ВМА, 1989. С. 56. [Polikarpochkin A.N., Yunkin I.P. Assessment of the human body's resistance to the narcotic effect of nitrogen using nitrous oxide. *Performance problems in high-pressure conditions*. Leningrad: VMA, 1989, p. 56. (In Russ.)].
14. Следков А.Ю. *Глубинное опьянение*: монография. СПб.: ОТИМ, 1999. 48 с. [Sledkov A.Yu. *Deep intoxication*: monograph. St. Petersburg: Publishing house OTIM, 1999, 48 p. (In Russ.)].
15. Зверев Д.П., Бобров Ю.М., Андрусенко А.Н., Шитов А.Ю., Чернов В.И. Методические аспекты оценки устойчивости человека к токсическому действию азота // *Клиническая патофизиология*. 2019. № 2 (25). С. 21–25. [Zverev D.P., Bobrov Yu.M., Andrusenko A.N., Shitov A.Yu., Chernov V.I., Klenkov I.R. Methodological aspects of assessing human resistance to the toxic effects of nitrogen. *Clinical pathophysiology*. 2019, No. 2 (25), pp. 21–25 (In Russ.)].
16. Федоров Е.В., Ятманова Т.М., Ятманов А.Н. Оценка психофизиологических показателей у водолазов-профессионалов и аквалангистов-любителей устойчивых и неустойчивых к декомпрессионному воздействию // *Здоровье — основа человеческого потенциала: проблемы и пути решения*. 2015. Т. 10, № 1. С. 439–441. [Fedorov E.V., Yatmanova T.M., Yatmanov A.N. Evaluation of psychophysiological indicators in professional divers and Amateur scuba divers resistant and unstable to decompression effects. *Health—the basis of human potential: problems and solutions*, 2015, Vol. 10, No. 1, pp. 439–441 (In Russ.)].

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 07.09.2020 г.

Авторство:

Вклад в концепцию и план исследования — *Д.П.Зверев, И.Р.Кленков, А.А.Мясников*. Вклад в сбор данных — *Д.П.Зверев, И.Р.Кленков, А.Ю.Шитов, А.В.Старков, К.В.Логунов*. Вклад в анализ данных и выводы — *И.Р.Кленков, А.А.Мясников, А.В.Фисун, К.В.Логунов*. Вклад в подготовку рукописи — *Д.П.Зверев, И.Р.Кленков, А.А.Мясников, А.Ю.Шитов, А.В.Фисун*.

Сведения об авторах:

Зверев Дмитрий Павлович — кандидат медицинских наук, доцент, полковник медицинской службы, начальник кафедры (физиологии подводного плавания) Федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; e-mail: z.d.p@mail.ru; SPIN: 7570–9568; ORCID 0000–0003–3333–6769;

Кленков Ильяс Рифатович — майор медицинской службы, адъюнкт кафедры (физиологии подводного плавания) Федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; e-mail: fugazik@mail.ru; SPIN: 9827–8535; ORCID 0000–0002–1465–1539;

Мясников Алексей Анатольевич — доктор медицинских наук, профессор, Заслуженный работник высшей школы РФ, полковник медицинской службы запаса, профессор кафедры (физиологии подводного плавания) Федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 1194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева д. 6; e-mail: a_mjasnikov@mail.ru; SPIN: 2590–0429; ORCID 0000–0002–7427–0885;

Шитов Арсений Юрьевич — кандидат медицинских наук, подполковник медицинской службы, старший преподаватель кафедры (физиологии подводного плавания) Федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; e-mail: arseniyshitov@mail.ru; SPIN: 7390–1240; ORCID 0000–0002–5716–0932; Web of Science Researcher ID: O-3730–2017;

Фисун Антон Валерьевич — подполковник медицинской службы, начальник факультета подготовки врачей для Военно-Морского Флота Федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6;

Старков Александр Васильевич — полковник медицинской службы запаса, заведующий кафедрой мобилизационной подготовки здравоохранения и медицины катастроф Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П.Павлова»; 197101, Санкт-Петербург, ул. Л.Толстого, д. 6–8; e-mail: stark-4@mail.ru; SPIN 1687–8108;

Логунов Константин Валерьевич — профессор, доктор медицинских наук, преподаватель медицинского колледжа Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», начальник отдела стандартизации медицинской помощи Клиники высоких медицинских технологий им. Н.И.Пирогова Санкт-Петербургского государственного университета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9; руководитель консультационной службы Общества с ограниченной ответственностью «Медикон»; 198188, Санкт-Петербург, ОПС-188, а/я 16; e-mail: logounov@mail.ru; SPIN: 7840–9578, ORCID: 0000–0001–8284–8678.

УДК [612.015.32+577.164.11]-057(470.1/2)
<http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-4-54-62>

© Петрова Т.Б., Бичкаева Ф.А., 2020 г.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ УГЛЕВОДНОГО ОБМЕНА И ТИАМИНОВОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ У ПЛАВСОСТАВА СЕВЕРНОГО ВОДНОГО БАСЕЙНА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПЕЦИФИКИ РАБОТЫ, ВОЗРАСТА И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТАЖА

Т. Б. Петрова*, Ф. А. Бичкаева

Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лавёрова, Архангельск, Россия

Цель: оценка углеводного обмена и обеспеченности тиамином у плавсостава в зависимости от специфики работы, возраста и профессионального стажа.

Материалы и методы. Обследованы работники плавсостава Северного водного бассейна (речники, рыбаки и моряки) в возрасте от 21 до 59 лет, имеющие профессиональный стаж до 35 лет. В сыворотке крови спектрофотометрическим методом определяли параметры углеводного обмена, а в гемолизате крови флуорометрическим методом — обеспеченность организма тиамином.

Результаты и их обсуждение. У моряков повышена концентрация глюкозы на фоне низкой обеспеченности тиамин относительно рыбаков и речников. У речников с увеличением возраста и стажа повышается частота встречаемости маргинальных, а у рыбаков с повышением стажа — выраженных тиамин-дефицитных состояний. Изменения углеводного обмена и обеспеченности тиамином плавсостава зависят преимущественно от специфики работы.

Ключевые слова: морская медицина, углеводный обмен, тиамин, плавсостав

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Петрова Т.Б., Бичкаева Ф.А. Сравнительный анализ параметров углеводного обмена и тиаминовой обеспеченности у плавсостава Северного водного бассейна в зависимости от специфики работы, возраста и профессионального стажа // *Морская медицина*. 2020. Т. 6, № 4. С. 54–62, <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-4-54-62>.

*Контакт: Петрова Татьяна Борисовна, tatyana-rab@yandex.ru

© Petrova T.B., Bichkaeva F.A., 2020

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE PARAMETERS OF CARBOHYDRATE EXCHANGE AND THIAMINE SECURITY IN THE CREW PERSONNEL OF THE NORTHERN WATER BASIN DEPENDING ON THE SPECIFICS OF WORK, AGE AND PROFESSIONAL EXPERIENCE

Tatyana B. Petrova*, Fatima A. Bichkaeva

The Federal Research Center for Integrated Arctic Research named after Academician N. P. Laverov, Arkhangelsk, Russia

Purpose: assessment of carbohydrate metabolism and thiamine supply in the crew, depending on the specifics of work, age and professional experience.

Materials and methods. The researchers examined the crew personnel of the Northern Water Basin (river workers, fishermen and seafarers) aged from 21 to 59 years, with professional experience up to 35 years. In the blood serum, the parameters of carbohydrate metabolism were determined by the spectrophotometric method, and in the blood hemolysate, by the fluorometric method, the content of the thiamine in the body.

Results and its discussion. Seafarers have an increased glucose concentration against the background of low thiamine content relative to fishermen and river workers. The frequency of occurrence of marginal states increases with increasing age and experience in river workers, and the frequency of occurrence of pronounced thiamine-deficient states increases with increasing experience in fishermen. Changes in carbohydrate metabolism and thiamine content of the crew depend mainly on the specifics of the work.

Key words: marine medicine, carbohydrate metabolism, thiamine, crew personnel

Conflict of interest: authors declared no conflict of interest.

For citation: Petrova T.B., Bichkaeva F.A. Comparative analysis of the parameters of carbohydrate exchange and thiamine security in the crew personnel of the northern water basin depending on the specifics of work, age and professional experience// *Marine medicine*. 2020. Vol. 6, No. 4. P. 54–62, <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-4-54-62>.

*Contact: Petrova Tatiana Borisovna, tatyana-rab@yandex.ru

Введение. Мореплавание неизбежно связано с воздействием различных опасностей, которые могут приводить судно к потере управления, аварии и вызывать комплексную физиологическую стресс-реакцию [1, с. 103]. Помимо непосредственной угрозы для жизни, работа плавсостава характеризуется комплексным воздействием ряда вредных производственных факторов [1, с. 1–2; 2, с. 80–81; 3, с. 95; 4, с. 16]. Специфика работы заключается в том, что суда являются одновременно местом работы и местом проживания (отдыха), поэтому факторы риска бытового, социально-психологического и рабочего характера сосуществуют, и это негативно сказывается на состоянии здоровья [2, с. 80–81].

В комплексе показателей здоровья особую роль играет углеводный обмен — одно из важных звеньев энергетического обмена, зависящий от обеспеченности организма тиаминном. С возрастом и увеличением профессионального стажа данные показатели могут изменяться, вследствие ослабления регуляторных, адаптационных, физических, психических и других функций организма [5, с. 140]. Отечественными и зарубежными исследователями установлено, что возрастные изменения вызывают нарушения метаболизма глюкозы [6, с. 28–29; 7, с. 156; 8, с. 190; 9, с. 674; 10, с. 1183–1184; 11, с. 728, с. 2636]. Так, у жителей Севера России установлено статистически значимое повышение уровня глюкозы в крови с увеличением возраста — с 16–21 до 61–74 лет [12, с. 25]. Также, к примеру, у исландских мужчин в возрасте 34–61 года уровень глюкозы смещался в сторону более высоких значений [13, с. 21], а в другом исследовании показано, что у 20–69-летних средний уровень глюкозы в крови тоже повышался [10, с. 1183]. Это, вероятно, связано, с одной стороны, с возрастными изменениями, прежде всего в нервной и эндокринной системе, а также с ферментативной активностью печени, а с другой — с повышением инсулинорезистентности и снижением толерантности к глюкозе [6, с. 28].

Изучение обеспеченности организма тиаминном у плавсостава в возрастном и стажевом аспекте связано с его ролью в качестве кофактора целого ряда ключевых ферментов углеводного и липидного обмена, процессов энергообразования и биосинтеза веществ, что важно при адаптации организма, особенно у лиц, работающих в экстремальных условиях [14, с. 102]. Известно, что активное использование экзогенных и эндогенных липидов в организме способствует «экономизации» прежде всего тиамина, играющего важную роль в углеводном обмене, а увеличение белкового метаболизма отягощает развитие тиаминового гиповитаминоза. Однако истощение с возрастом и стажем витаминных «депо» организма угрожает развитием гиповитаминозных состояний в связи с активацией метаболизма как липидов, так и углеводов. Причиной возникновения тиамин-дефицитного состояния в организме человека чаще всего является неполноценный или несбалансированный рацион, преобладание в нем углеводов [15, с. 58], потребление продуктов с антитиаминовыми факторами (некоторые сорта рыб, ягод и овощей), обильное потребление крепкого чая и др. [16, с. 105].

Риск дефицита тиамина (витамина В1) коррелирует с возрастом, а также с уровнем глюкозы [17, с. 2893; 18, с. 25; 19, с. 50; 20, с. 246]. Так, в работе Н.Р. Barret и А.В. Browne выявлен авитаминоз В1 среди гамбийских мужчин 15–49 лет [21, с. 1295], а также установлен дефицит тиамина у лиц старших возрастных групп на Филиппинах [22, с. 59], в Камбодже, Лаосе и Мьянме [23, с. 479], среди негров испанского происхождения [24, с. 2617]. Профессиональный стаж также оказывает влияние на здоровье человека [25, с. 128], однако в литературе практически отсутствуют исследования по данной проблеме.

Таким образом, в настоящее время в источниках литературы недостаточно сведений, касающихся данной проблемы.

В связи с этим **целью** настоящего исследования являлось изучение изменений показате-

лей углеводного обмена и обеспеченности тиамином у плавсостава Северного водного бассейна (СВБ) в зависимости от специфики работы, возраста и профессионального стажа.

Материалы и методы. Проведено обследование 1032 мужчин — работников СВБ в возрасте от 21 до 59 лет. В соответствии со спецификой работы они были разделены на три группы: в первую группу вошли 552 работника Северного речного пароходства (СРП, речники), во вторую группу включены 202 работника Архангельского тралового флота (АТФ, рыбаки), а третью группу составили 278 работников Северного морского пароходства (СМП, моряки). Средний возраст работников водного транспорта составил $33,4 \pm 6,9$ года. Кроме того, обследована контрольная группа лиц СВБ, работа которых не связана с плаванием.

В зависимости от возраста речники, рыбаки и моряки были распределены по четырем группам: 1-я группа — 20–29 лет, 2-я группа — 30–39 лет, 3-я группа — 40–49 лет, 4-я группа — 50–59 лет.

В зависимости от длительности профессионального стажа речники, рыбаки и моряки также были разделены на четыре группы: 1-я группа — до 3 лет, 2-я группа — 4–10 лет, 3-я группа — 11–20 лет, 4-я группа — 21–35 лет.

Забор крови осуществлялся утром строго натощак (с 8:00 до 10:00) после рейса в вакуумные контейнеры «Beckton Dickinson BP» с согласия волонтеров и в соответствии с требованиями Хельсинкской Декларации Всемирной Ассоциации об этических принципах проведения медицинских исследований (2000 г.). В сыворотке крови определялось содержание: глюкозы (ГЛЮ, норма — 4,2–6,1 ммоль/л), лактата (ЛАК, норма — 1,33–1,77 ммоль/л) и пирувата (ПИР, норма — 0,03–0,1 ммоль/л). Биохимические исследования проводились на спектрофотометре «Spectronic-700» (Baum-Lomb, США) и биохимическом анализаторе «Mars» с помощью наборов «Sigma Diagnostic». Рассчитывался коэффициент ЛАК/ПИР (норма — до 75 усл.ед.). Обеспеченность организма витамином В₁ (тиамином) оценивали по активности витаминзависимого фермента транскетолазы в гемолизатах эритроцитов. При этом учитывался тиаминдифосфат-эффект (ТДФ-эффект) — коэффициент, рассчитываемый по приросту активности эритроцитарного фермента транскетолазы после добавления тиаминдифосфата. В соответствии с общепринятыми критериями счи-

тали, что показатели ТДФ-эффекта 1,15 усл.ед. и менее свидетельствуют об адекватной обеспеченности организма тиамином, от 1,16 до 1,25 — о маргинальном гиповитаминозе В₁, а величина ТДФ-эффекта более 1,25 — о выраженном гиповитаминозе.

Статистическая обработка результатов исследования выполнялась с помощью пакетов прикладных программ версий Statistica 6.0 и SPSS 13.0. Результаты исследования представлены в виде среднего арифметического (М), стандартное отклонение (SD). Статистическая обработка проводилась непараметрическими методами, поскольку данное исследование было принято за этап разведочного анализа и в большинстве выборок выявлено неправильное распределение. Достоверность различий между группами оценивали с помощью критерия U-критерия Манна-Уитни ($p < 0,05$). Частота регистрации лиц со значениями показателей, выходящих за пределы норм, рассчитывалась от общего числа лиц в каждой группе (%).

Результаты и их обсуждение. В более раннем исследовании было установлено, что уровни ГЛЮ и ПИР в целом у плавсостава были в пределах физиологических норм, а уровень ЛАК превышал верхнюю границу нормы. У общей группы плавсостава уровень ГЛЮ достоверно превышал показатели контрольной группы ($p = 0,001$), в то время как содержание ПИР и ЛАК у плавсостава было статистически значимо ниже в сравнении с контролем ($p = 0,001$), как и величина ЛАК/ПИР [4, с. 13].

Поскольку возраст является важным предиктором, обуславливающим функциональные изменения в нервной и эндокринной системе, и, как следствие, влияющим на регуляцию метаболических процессов и витаминную обеспеченность, то он существенно влияет на содержание метаболитов углеводного обмена [6, с. 2] и тиамин, особенно у лиц, работающих в экстремальных условиях, к которым относится плавсостав.

В настоящем исследовании большинство выявленных нами биохимических параметров, характеризующих состояние углеводного обмена и обеспеченности организма тиамином, имело несущественные колебания у разных групп плавсостава в зависимости от возраста (табл. 1). В уровне глюкозы — одного из интегральных параметров углеводного метаболизма, между возрастными группами статистически значи-

Таблица 1

Средние значения параметров углеводного обмена и тиамина у плавсостава в зависимости от специфики работы и возраста ($M \pm SD$)

Table 1

Average values of parameters of carbohydrate metabolism and the thiamine among seamen in relation to the specifics of the work and age ($M \pm SD$)

Параметр	Группы плавсостава	Возрастные группы			
		20–29 лет (1)	30–39 лет (2)	40–49 лет (3)	50–59 лет (4)
Количество человек, абс.	СРП	81	193	211	67
	АТФ	59	61	63	19
	СМП	66	106	85	21
Глюкоза, ммоль/л	СРП	4,88±0,32	4,91±0,36	4,92±0,36	4,93±0,55
	АТФ	4,23±0,34*	4,42±0,48*	4,32±0,29*	4,37±0,21*
	СМП	5,10±0,48*+	4,99±0,53+	4,99±0,29+	5,00±0,06+
Лактат, ммоль/л	СРП	2,33±0,37	2,37±0,35	2,33±0,36	2,20±0,51
	АТФ	2,67±0,33*	2,64±0,38*	2,61±0,34*	2,62±0,07*
	СМП	1,99±0,36*+	2,09±0,29*+	2,09±0,24*+	2,05±0,06+
Пируват, ммоль/л	СРП	0,030±0,060	0,031±0,009	0,031±0,008	0,032±0,007
	АТФ	0,034±0,009	0,034±0,012	0,034±0,011	0,033±0,004
	СМП	0,024±0,005	0,024±0,006*+	0,023±0,004*+	0,025±0,005*+
Лактатпируват, усл. ед.	СРП	84,99±21,13	84,07±23,35	81,89±20,06	75,78±17,00
	АТФ	104,44±24,08*	107,82±34,69*	104,19±32,27*	106,11±0,13*
	СМП	103,01±27,69*	114,35±62,32*	111,84±32,85*	104,59±17,13*
ТДФ-эффект, усл. ед.	СРП	0,98±0,02	0,98±0,01	0,98±0,01	0,98±0,01
	АТФ	0,96±0,02	0,97±0,01	0,96±0,01	0,96±0,01
	СМП	1,01±0,01	1,02±0,03	1,02±0,03	1,01±0,06

Примечание. Статистически значимые различия: * — между аналогичными возрастными группами относительно СРП; + — между аналогичными возрастными группами относительно АТФ. Уровни значимости (p между возрастными): по содержанию ГЛЮ между АТФ 1–2=0,014; по содержанию ЛАК между СРП 2–4=0,003, 3–4=0,021 между СМП 1–2=0,047 и 1–3=0,043; по величине ЛАК/ПИР между СРП 1–4=0,005, 2–4=0,008.

Note. Statistically significant differences: * — between similar age groups relative to rivermen; + — between similar age groups relative to fishermen. Significance levels (p between ages): by the content of GLU between fishermen 1–2=0,014; by the content of LAC between rivermen 2–4=0,003, 3–4=0,021 between seamen 1–2=0,047 and 1–3=0,043; by the value of LAC/PIR between rivermen 1–4=0,005, 2–4=0,008.

мых различий у моряков не выявлено. У речников и рыбаков 2-й, 3-й, 4-й возрастных групп наблюдалось повышение уровня ГЛЮ относительно 1-й возрастной группы. При сравнении аналогичных возрастных групп значимо выше уровень ГЛЮ был во всех возрастных группах моряков по сравнению с речниками и особенно рыбаками. При этом у рыбаков ниже содержание ГЛЮ по сравнению с моряками и речниками аналогичных возрастных групп.

Следовательно, выявленные в нашем исследовании изменения содержания ГЛЮ у речников, рыбаков и моряков отражают возрастные особенности метаболизма и согласуются с показателями нормы (3,9–5,5 ммоль/л). Достоверно возрастало содержание ГЛЮ в крови у 30–39-летних рыбаков по сравнению с 20–29-летними ($p=0,014$), в то время как у моряков и речников оно повышалось незначимо. При

этом во всех аналогичных возрастных группах рыбаков уровень ГЛЮ был значимо ниже, чем у речников и моряков (табл. 1). Это, по всей видимости, связано со спецификой работы разных групп плавсостава.

Поскольку основными факторами, регулирующими углеводный обмен, являются гормоны поджелудочной железы (инсулин, глюкагон), надпочечников (катехоламины, глюкокортикоиды), соматотропный гормон, а также характер питания, интенсивность физических нагрузок, образ жизни, профессиональная занятость [26, с. 35], то повышенный уровень ГЛЮ во всех возрастных группах моряков, затем у речников по сравнению с рыбаками, вероятно, связан в первую очередь с наибольшим влиянием стрессовых факторов судовой среды [4, с. 5] и, как следствие, повышением активности гипоталамо-гипофизарной системы [6,

с. 28–30] и секреции клюкোকортикоидов (кортизола) в условиях длительного стресса, стимулирующих синтез ГЛЮ. При этом у рыбаков, занимающихся рыбным промыслом, по сравнению с речниками и моряками аналогичных возрастных групп, по-видимому, более тяжелый физический труд [4, с. 16] способствует повышению чувствительности к нему мышечной и жировой тканей и снижению уровня ГЛЮ.

Не менее важными показателями, отражающими состояние углеводного обмена, являются метаболиты глюкозы. Пируват (пировиноградная кислота) представляет собой метаболит аэробного распада глюкозы, а лактат (молочная кислота) — анаэробного метаболизма, которая образуется из пирувата с участием лактатдегидрогеназы. Установлено, что содержание ЛАК у 50–59-летних речников достоверно снижается по сравнению с 20–29-летними ($p=0,003$) и 30–39-летними ($p=0,021$), а у 20–29-летних моряков повышается относительно 30–39-летними ($p=0,047$) и 40–49-летних ($p=0,043$). Наряду с этим во всех аналогичных возрастных группах рыбаков уровень ЛАК был значимо выше, чем у моряков и речников (табл. 1).

При сравнении уровня ПИР статистически значимых изменений как с увеличением возраста, так и между возрастными группами речников, рыбаков и моряков не выявлено. Уровень ПИР оказался значимо выше в аналогичных возрастных группах речников и рыбаков относительно моряков (см. табл. 1).

Оценивая величину ЛАК/ПИР с возрастом достоверно снижается величина у 50–59-летних речников по сравнению с 20–29-летними ($p=0,005$) и 30–39-летними ($p=0,008$), в то время как у моряков и речников повышалось незначимо. Во всех аналогичных возрастных группах речников данная величина была значимо ниже, чем у рыбаков и моряков, что говорит о преобладании у них аэробных процессов над анаэробными (см. табл. 1).

Следовательно, установленные нами возрастные изменения ГЛЮ сказываются на интенсивности синтеза ЛАК и ПИР, что отражается на их содержании в крови. Так, во всех аналогичных возрастных группах речников и моряков уровень ЛАК был значимо ниже, чем у рыбаков, но был смещен в сторону выше нормативных значений (1,33–1,77 ммоль/л) при статистически незначимом повышении ПИР со сдвигом в сторону ниже нормативных значений (0,03–0,1 ммоль/л).

Таким образом, у плавсостава, особенно у моряков и речников и в меньшей степени у рыбаков выявлено снижение утилизации ГЛЮ на фоне повышения ЛАК и снижения ПИР, что, вероятно, связано с митохондриальной дисфункцией, приводящей к сдвигу метаболизма от аэробного гликолиза к анаэробному. При этом изменяется активность генов, кодирующих фермент лактатдегидрогеназу, участвующий в процессах приспособления к факторам внешней среды и обеспечивающий специфический обмен, характерный для каждого типа тканей. Известно, что с возрастом и при физической перегрузке организма увеличивается активность этого фермента [27, с. 30], что было установлено у рыбаков по сравнению с речниками и моряками.

Центральное место в метаболических процессах, лежащих в основе жизнедеятельности, занимают окислительные процессы. Вероятно, возрастные изменения углеводного обмена связаны в первую очередь с увеличением адаптационного порога чувствительности гипоталамуса, который предположительно связывают либо с уменьшением числа антенн — рецепторов на мембране клеток соответствующего гипоталамического центра, либо с уменьшением выработки нейромедиаторов, что было доказано на экспериментальных моделях. Из-за снижения чувствительности гипоталамуса к стресс-факторам и связанного с этим снижения уровня образования активных форм кислорода с возрастом в организме уменьшается устойчивость клеток и способность эффективно адаптироваться к быстро изменяющимся условиям окружающей среды [28, с. 17].

Анализ обеспеченности организма тиамином у работников СВБ в зависимости от возраста показывает, что уровни ТДФ-эффекта во всех возрастных группах рыбаков, моряков и речников достоверно не различаются. Вместе с тем во всех аналогичных возрастных группах рыбаков обеспеченность организма тиамином была незначимо выше, чем у речников и моряков (табл. 1).

Кроме возраста, профессиональный стаж также является независимым предиктором, определяющим интенсивность углеводного обмена и обеспеченности тиамином. Следует отметить, что в зависимости от специфики работы и профессионального стажа показала в целом аналогичную возрастным изменениям динамику, но с некоторыми отличиями (табл. 2). Так, по сравнению с возрастом уровни ГЛЮ,

Таблица 2

Средние значения параметров углеводного обмена и тиамин у плавсостава в зависимости от специфики работы и стажа ($M \pm SD$)

Table 2

Average values of parameters of carbohydrate metabolism and the thiamine among seamen in relation to the specifics of the work and experience period ($M \pm SD$)

Параметры, ед. изм.	Группы плавсостава	Стажевые группы			
		≤3 (1)	4–10 (2)	11–20 (3)	21–35 (4)
Количество человек, абс.	СРП	32	107	248	165
	АТФ	19	62	68	53
	СМП	24	94	92	68
ГЛЮ, ммоль/л	СРП	4,92±0,33	4,93±0,35	4,89±0,38	4,94±0,38
	АТФ	4,36±0,53*	4,32±0,37*	4,34±0,47*	4,32±0,16*
	СМП	5,02±0,31+	5,01±0,55+	5,05±0,46*+	4,99±0,25+
ЛАК, ммоль/л	СРП	2,34±0,52	2,35±0,32	2,35±0,38	2,31±0,36
	АТФ	2,63±0,23*	2,66±0,39*	2,64±0,41*	2,61±0,24*
	СМП	2,09±0,35*+	2,03±0,37*+	2,10±0,21*+	2,06±0,19*+
ПИР, ммоль/л	СРП	0,030±0,004	0,031±0,008	0,031±0,008	0,031±0,008
	АТФ	0,036±0,013*	0,033±0,009	0,035±0,013	0,033±0,008
	СМП	0,024±0,003*+	0,024±0,006*+	0,024±0,005*+	0,024±0,004*+
ЛАК/ПИР, усл.ед.	СРП	78±10,1	75,8±16,2	75,81±12,2	74,52±11,1
	АТФ	102,65±19,95*	105,32±29,42*	105,81±38,73*	106,80±20,79*
	СМП	111,93±24,59*	108,67±58,05*	113,07±50,01*	107,88±17,12*
ТДФ-эффект, усл.ед.	СРП	0,98±0,01	0,98±0,02	0,98±0,01	0,98±0,02
	АТФ	0,96±0,12	0,95±0,02	0,96±0,01	0,95±0,02
	СМП	1,02±0,01	1,01±0,02	1,01±0,01	1,02±0,02

Примечание. Статистически значимые различия: * — между аналогичными стажевыми группами относительно СРП; + — между аналогичными стажевыми группами относительно АТФ. Уровней значимости (p между возрастными) не установлено.

Note. Statistically significant differences: * — between similar trainee groups relative to rivermen; + — between similar trainee groups relative to fishermen. No significance levels (p between ages) have been established.

ЛАК и ПИР у речников, рыбаков и моряков статистически значимо не изменяются при переходе от одной стажевой группы к другой. При сравнении аналогичных стажевых групп у рыбаков уровень ГЛЮ значимо ниже, а ЛАК, ПИР и обеспеченности тиамин — выше, чем у речников и рыбаков.

При оценке обеспеченности организма тиамин в зависимости от специфики работы между аналогичными возрастными и стажевыми группами отмечен наибольший его дефицит у моряков относительно речников и рыбаков. Следует отметить, что с возрастом повышается частота маргинальных и выраженных тиамин-дефицитных состояний у рыбаков и речников (рис. 1). В то же время у моряков частота маргинальных тиамин-дефицитных состояний выше при небольшом стаже работы, у речников выше частота маргинального гиповитаминоза, а у рыбаков — выраженного гиповитаминоза В₁, что подтверждает вышеприведенные данные (рис. 2).

С учетом того, что ТДФ-эффект является коферментом пируватдегидрогеназного ком-

плекса, участвующего в окислительном декарбонировании ПИР с образованием ацетил-КоА и обеспечивающего полное окисление углеводов, то у моряков, независимо от возраста и стажа работы, при максимальном уровне ГЛЮ и тенденции снижения ЛАК и ПИР на фоне низкой обеспеченности организма тиамин, вероятно, повышена активация глюко-неогенеза из метаболитов ГЛЮ при недостаточной коферментной активности тиаминдифосфата. У рыбаков и речников при минимальном содержании ГЛЮ и тенденции повышения уровней ЛАК и ПИР повышена обеспеченность тиамин, что, видимо, свидетельствует о повышении активности пируватдегидрогеназного комплекса и усилению аэробного гликолиза, более выраженного у рыбаков.

Увеличение частоты тиамин-дефицитных состояний с повышением возраста и стажа работы во всех группах плавсостава, особенно у речников и моряков, можно связывать не только с влиянием специфики работы, но и с изменениями фактического питания, замедлением процессов всасывания [17, с. 2893].

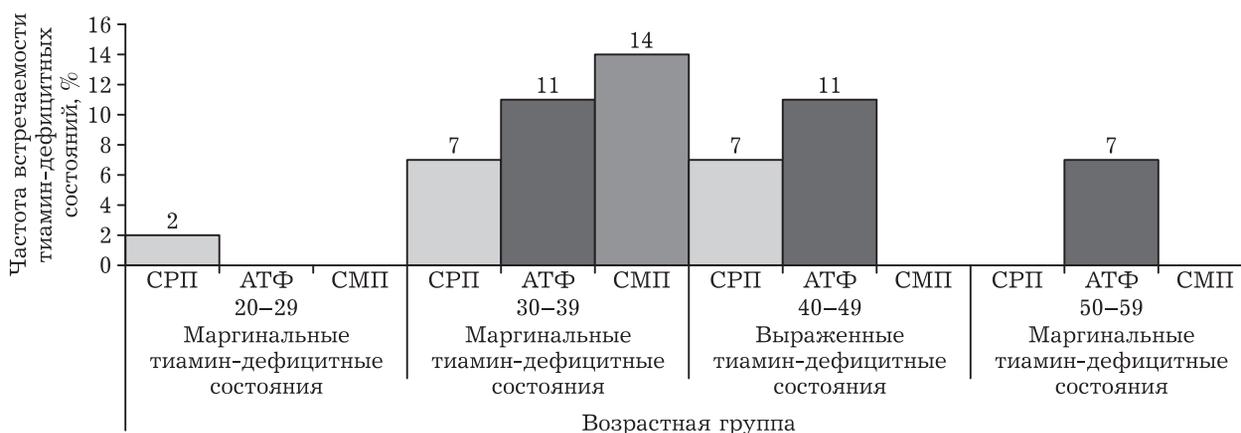


Рис. 1. Частота выявления тиамин-дефицитных состояний у разных групп плавсостава в зависимости от специфики работы и возраста

Fig. 1. The frequency of occurrence of thiamine-deficient conditions in different groups among seamen in relation to the specifics of the work and age

Таким образом, возрастные изменения углеводного обмена у плавсостава, особенно моряков, рыбаков и речников, отличаются разнонаправленностью отдельных метаболических путей. Можно предположить, что это связано

степени от специфики работы [4, с. 15], чем от возраста и профессионального стажа. У плавсостава выявленные изменения углеводного обмена (глюкозы и ее метаболитов) с увеличением как возраста, так и с стажа работы



Рис. 2. Частота встречаемости тиамин-дефицитных состояний у разных групп плавсостава в зависимости от специфики и стажа работы

Fig. 2. The frequency of occurrence of thiamine-deficient conditions in different groups among seamen in relation to the specifics of the work and experience period

не столько с влиянием возраста, сколько со спецификой работы, а следовательно особенностями энергообмена, связанными с психоэмоциональным напряжением, физическим трудом и двигательной активностью.

Заключение. Таким образом, в ходе проведенного нами исследования уровня глюкозы и ее метаболитов у представителей рассматриваемых возрастных и стажевых групп речников, рыбаков и моряков установлены разнонаправленные изменения с увеличением возраста и стажа работы. Выявленные особенности метаболизма у плавсостава зависят в большей

повышают риск развития метаболически обусловленных заболеваний (сахарный диабет, ожирение, гипертоническая болезнь и т.д.). На основе полученных данных целесообразно разрабатывать предложения по совершенствованию медико-санитарного обслуживания плавсостава с учетом возраста и стажа работы. Плавсостав представляет собой отчетливую группу риска по развитию тиамин-дефицитных состояний. Рекомендуется применение тиаминсодержащих продуктов и комплекса витаминов группы В с целью нормализации тиаминового статуса, особенно у моряков и речников.

* * *

Работа выполнена в соответствии с планом НИР центра «Изучение адаптивных воз-

растных эндокринно-метаболических перестроек у жителей арктических территорий» № НИОКТР АААА-А19-119121090063-7.

Литература / References

1. Рымина Т.Н., Пятыхова Е.В. Особенности воздействия стресса на работников плавсостава в условиях работы в море // Здоровье. Медицинская экология. Наука. 2014. № 4 (58). С. 103–105. [Rimina T.N., Pyatirova E.V. Features of the impact of stress on employees seafarers in terms of working in the sea. *Health. Medical ecology. Science*, 2014, No. 4 (58), pp. 103–105 (In Russ.).]
2. Абакумов А.А., Бумай О.К., Верведа А.Б., Иванченко А.В., Константинов Р.В., Сосюкин А.Е., Чупрова С.Н. Анализ смертности плавсостава морского и речного флота // *Медицина экстремальных ситуаций*. 2016. № 2 (56). С. 80–90. [Abakumov A.A., Bumai O.K., Verveda A.B., Ivanchenko A.V., Konstantinov R.V., Sosyukin A.E., Chuprova S.N. analysis of mortality of sea and river fleet personnel. *Medicine of extreme situations*, 2016, No. 2 (56), pp. 80–90 (In Russ.).]
3. Иванченко А.В., Бумай О.К., Сосюки А.Е., Константинов Р.В. Актуальные проблемы медицинского обслуживания плавсостава морского и речного флота РФ // *Морской вестник*. 2014. № 1 (49). С. 95–98. [Ivanchenko A.V., Bumai O.K., Sosyukin A.E., Konstantinov R.V. Actual problems of medical care of the ship's crew of the Russian sea and river fleet. *Sea Bulletin*, 2014, No. 1 (49), pp. 95–98 (In Russ.).]
4. Петрова Т.Б., Бичкаев Я.И., Бичкаева Ф.А. Изменение параметров углеводного обмена у плавсостава Северного водного бассейна // *Экология человека*. 2009. № 8. С. 12–18. [Petrova T.B., Bichkaev J.I., Bichkaeva F.A. Change of parameters of carbohydrate metabolism in fleet personnel of the Northern water basin. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*, 2009, No. 8. P. 12–18 (In Russ.).]
5. Эсаулова Т.А. Состояние иммунитета у работников газоперерабатывающих производств в зависимости от стажа работы на предприятии // *Кубанский научный медицинский вестник*. 2009. № 1. С. 140–143. [Esaulova T.A. The state of immunity in workers of gas processing plants depending on the length of service at the enterprise. *Kuban scientific medical Bulletin*, 2009, No. 1, pp. 140–143 (In Russ.).]
6. Вакараева М.М. Возрастные изменения уровня глюкозы в крови // *Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты*. 2016. № 30. С. 28–32. [Vakaraeva M.M. Age-related changes in blood glucose level. *Fundamental and applied research: problems and results*, 2016, No. 30, pp. 28–32 (In Russ.).]
7. Тукин В.Н. Возрастные изменения биохимических показателей и их взаимосвязь с жидкостью мембран гематоцитов у здоровых мужчин и женщин // *Научные ведомости Белгородского государственного университета*. Серия: Естественные науки. 2012. № 3 (122). С. 155–160. [Tyukin V.N. Age-related changes in biochemical parameters and their relationship with the fluid of hemocyte membranes in healthy men and women. *Scientific Bulletin of the Belgorod state University*. Series: Natural Sciences, 2012, No. 3 (122), pp. 155–160 (In Russ.).]
8. Карнаухова И.В., Ширяева О.Ю. Исследование пула глюкозы крови как критерия сахарного диабета и метаболического синдрома // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2016. № 2 (58). С. 188–190. [Karnaukhova I.V., Shiryayeva O.Y. A study pool of glucose of blood as a criterion for diabetes mellitus and metabolic syndrome. *Bulletin of the Orenburg state agrarian University*, 2016, No. 2 (58), pp. 188–190 (In Russ.).]
9. Yardley J.E., Brockman N.K., Bracken R.M. Could Age, Sex and Physical Fitness Affect Blood Glucose Responses to Exercise in Type 1 Diabetes? // *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2018. No. 9. P. 674. doi: 10.3389/fendo.2018.00674.
10. Berger D., Crowther R.C., Floyd J.C. Jr., Pek S., Fajans S.S. Effect of age on fasting plasma levels of pancreatic hormones in man // *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 1978. No. 47 (6). P. 1183–1189. doi: 10.1210/jcem-47-6-1183.
11. Boden G., Chen X., De Santis R.A., Kendrick Z. Effects of age and body fat on insulin resistance in healthy men // *Diabetes Care*. No. 16 (5). P. 728–733. doi: 10.2337/diacare.16.5.728.
12. Нестерова Е.В., Шенгоф Б.А., Бичкаев А.А. Возрастные изменения содержания катехоламинов и показателей углеводного обмена у жителей Севера России // *Журнал медико-биологических исследований*. 2018. Т. 6, № 1. С. 25–34. [Nesterova E.V., Shengof B.A., Bichkaev A.A. Age-related changes in the content of catecholamines and indicators of carbohydrate metabolism in residents of the North of Russia. *Journal of medical and biological research*, 2018, Vol. 6, No. 1, pp. 25–34 (In Russ.).]
13. Sigurdsson G., Gottskalksson G., Thorsteinsson T., Davidsson D., Olafsson O., Samuelsson S., Sigfusson N. Community screening for glucose intolerance in middle-aged Icelandic men. Deterioration to diabetes over a period of 7¹/₂ years // *Acta Med. Scand.* 1981. No. 210. P. 21–26. doi: 10.1111/j.0954-6820.1981.tb09770.x.

14. Бичкаева Ф.А. *Эндокринная регуляция метаболических процессов у человека на Севере*. Екатеринбург: УрО РАН, 2008. 304 с. [Bichkayeva F.A. *Endocrine regulation of metabolic processes in humans in the North*. Yekaterinburg: Ural branch of the Russian Academy of Sciences, 2008. 304 p.].
15. Бойко Е.Р. *Физиолого-биохимические основы жизнедеятельности человека на Севере*. Екатеринбург: УрО РАН, 2005. 190 с. [Boyko E.R. *Physiological and biochemical bases of human life in the North*. Yekaterinburg: Ural branch of the Russian Academy of Sciences, 2005, 190 p. (In Russ.)].
16. *Теоретические и клинические аспекты науки о питании* / отв. ред. М.Н. Волгарев. М.: Типография ХОЗУ Миннефтепрома, 1987. 217 с. [Theoretical and clinical aspects of nutrition science / ed. by M.N.Volgarev, Moscow: Printing house of the Ministry of oil and gas industry, 1987, 217 p. (In Russ.)].
17. Sharma P., Gillies N., Pundir S., Pileggi C.A., Markworth J.F., Thorstensen E.B., Cameron-Smith D., Milan A.M. Comparison of the Acute Postprandial Circulating B-Vitamin and Vitamer Responses to Single Breakfast Meals in Young and Older Individuals: Preliminary Secondary Outcomes of a Randomized Controlled Trial // *Nutrients*. 2019. No. 11 (12). P. 2893. doi: <https://doi.org/10.3390/nu1122893>.
18. Evliyaoglu O., van Helden J., Imöhl M., Weiskirchen R. Vitamin B1 interpretation: Erroneous higher levels in non-anemic // *Nutrition*. 2019. No. 60. P. 25–29. doi: 10.1016/j.nut.2018.09.002.
19. Martel J.L., Franklin D.S. Vitamin B1 // *Source Stat Pearls*. Treasure Island: Stat Pearls Publishing, 2020–2019.
20. Stroh C., Meyer F., Manger T. Beriberi, a severe complication after metabolic surgery — review of the literature // *Obes Facts*. 2014. No. 7 (4). P. 246–252. doi: 10.1159/000366012.
21. Barrett H.R., Browne A.W. Beri-beri: age-gender bias in The Gambia // *Soc. Sci. Med.* 1992. No. 34 (11). P. 1295–1297. doi: 10.1016/0277-9536(92)90322-h.
22. Angeles-Agdeppa Y., Sun L., Denney K.V., Tanda R., Octavio A., Carriquiry M.V. Food sources, energy and nutrient intakes of adults: 2013 Philippines National Nutrition Survey // *Nutr J*. 2019. No. 18 (1). P. 59. doi: 10.1186/s12937-019-0481-z.
23. Wieringa F.T., Dijkhuizen M.A., Berger J. Micronutrient deficiencies and their public health implications for South-East Asia // *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care*. 2019. No. 22 (6). P. 479–482. doi: 10.1097/MCO.0000000000000603.
24. Han S., Wu L., Wang W., Li N., Wu X. Trends in Dietary Nutrients by Demographic Characteristics and BMI among US Adults, 2003–2016 // *Nutrients*. 2019. No. 11 (11). P. 2617. doi: 10.3390/nu1112617.
25. Кузнецова И.В. Динамика профессиональной деформации сотрудников ОВД в зависимости от стажа работы и коррекционных мероприятий // *Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки*. 2008. № 8 (64). С. 128–133. [Kuznetsova I.V. Dynamics of professional deformation of police officers depending on the length of service and corrective measures. *Bulletin of the Tambov University. Series: Humanitarian Sciences*, 2008, No. 8 (64), pp. 128–133 (In Russ.)].
26. Груздева О.В., Барбараш О.Л., Акбашева О.Е., Паличева Е.И., Кашталал В.В., Дылева Ю.А., Силонова А.А., Тавлужева Е.В. Маркеры инсулинорезистентности у больных инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST // *Российский кардиологический журнал*. 2011. № 6 (92). с. 9–13 [Gruzdeva O.V., Barbarash O.L., Akbasheva O.E., Palicheva E.I., Kashtalap V.V., Dyleva Yu.A., Silonova A.A., Tavlyueva E.V. Markers of insulin resistance in patients with ST-segment elevation myocardial infarction. *Russian journal of cardiology*. 2011. No. 6 (92). pp. 9–13 (In Russ.)].
27. Туу Р. // *Novartis Found Symp*. 2002. No. 242. P. 26–36.
28. Никитина Ю.В., Мухина И.В. Возрастные изменения окислительных процессов в ткани головного мозга и крови крыс // *Нижегородский медицинский журнал*. 2008. № 3. С. 152–153 [Nikitina Yu.V., Mukhina I.V. Age-related changes in oxidative processes in the brain tissue and blood of rats. *Nizhny Novgorod medical journal*, 2008, No. 3, pp. 152–153 (In Russ.)].

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 10.04.2020 г.

Авторство:

Вклад в концепцию и план исследования — Петрова Т.Б. Вклад в сбор данных — Бичкаева Ф.А. Вклад в анализ данных и выводы — Петрова Т.Б. Вклад в подготовку рукописи — Петрова Т.Б., Бичкаева Ф.А.

Сведения об авторах:

Петрова Татьяна Борисовна — кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории биологической и неорганической химии, Институт физиологии природных адаптаций Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П.Лаврёрова Российской академии наук»; 163001, г. Архангельск, ул. Ломоносова, д. 249; e-mail: tatyana-rab@yandex.ru; ORCID 0000-0002-8513-1848; SPIN 1661-3095;

Бичкаева Фатима Артёмовна — доктор биологических наук, главный научный сотрудник, заведующая лабораторией биологической и неорганической химии, Институт физиологии природных адаптаций Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П.Лаврёрова Российской академии наук»; 163001, г. Архангельск, ул. Ломоносова, д. 249; e-mail: fatima@fciarctic.ru; ORCID 0000-0003-0727-3071; SPIN 3562-3921.

АНАЛИЗ ПЕРВИЧНОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ ПО ПРИЗЫВУ ВОЕННО-МОРСКОГО ФЛОТА И СУХОПУТНЫХ ВОЙСК РОССИИ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 10 ЛЕТ (2010–2019 гг.)

^{1,2}В. И. Евдокимов*, ¹П. П. Сивашенко

¹Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

²Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины имени А. М. Никифорова МЧС
России, Санкт-Петербург, Россия

Целью исследования был анализ первичной заболеваемости военнослужащих по призыву Военно-Морского Флота (ВМФ) и Сухопутных войск за последние 10 лет (2010–2019 гг.).

Материалы и методы. Провели выборочный статистический анализ медицинских отчетов о состоянии здоровья личного состава и деятельности медицинской службы по форме 3/МЕД воинских частей, в которых проходили службу около 80% от общего числа военнослужащих по призыву Военно-Морского Флота (ВМФ) и Сухопутных войск России. Первичную заболеваемость военнослужащих по призыву соотнесли с классами Международной классификации болезней 10-го пересмотра (МКБ-10).

Результаты и их обсуждение. Среднегодовой уровень первичной заболеваемости военнослужащих по призыву ВМФ составил $1143,4 \pm 59,1\%$, показатель Сухопутных войск был больше на уровне тенденций — $1345,9 \pm 86,1\%$. Динамика первичной заболеваемости военнослужащих по призыву ВМФ показывала уменьшение данных, а показатель Сухопутных войск напоминал инвертированную U-кривую с максимальными показателями в 2013–2014 гг. Ведущими классами болезней первичной заболеваемости военнослужащих ВМФ и Сухопутных войск были болезни органов дыхания (X класс по МКБ-10), болезни кожи и подкожной клетчатки (XII класс), некоторые инфекционные и паразитарные болезни (I класс), болезни органов пищеварения (XI класс) и болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани (XIII класс). Суммарный вклад перечисленных классов в структуру составил 83,9 и 84,5% соответственно. С разной долей значимости у военнослужащих по призыву ВМФ и Сухопутных войск 1–6-й ранг составили показатели первичной заболеваемости острых респираторных инфекций верхних дыхательных путей (J00–J06), инфекций кожи и подкожной клетчатки (L00–L08), других острых респираторных инфекций нижних дыхательных путей (J20–J22), гриппа и пневмоний (J10–J18), болезней пищевода, желудка и двенадцатиперстной кишки (K20–K31) и вирусных инфекций, характеризующихся поражениями кожи и слизистых оболочек (B00–B09). Выявлены отличительные особенности первичной заболеваемости военнослужащих ВМФ и Сухопутных войск по классам болезней и ведущим нозологиям. Суммарный вклад перечисленных нозологий (групп в классах) в структуру составил 71,3 и 73,2% соответственно.

Ключевые слова: морская медицина, военная медицина, военнослужащие по призыву, медицинская статистика, первичная заболеваемость, Военно-Морской Флот, Сухопутные войска

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Евдокимов В.И., Сивашенко П.П. Анализ первичной заболеваемости военнослужащих по призыву Военно-Морского Флота и Сухопутных войск России за последние 10 лет (2010–2019 гг.) // *Морская медицина*. 2020. Т. 6, № 4. С. 63–72, <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-4-63-72>.

*Контакт: *Евдокимов Владимир Иванович, 9334616@mail.ru*

ANALYSIS OF THE PRIMARY INCIDENCE OF CONSCRIPT MILITARY PERSONNEL OF THE NAVY AND RUSSIAN GROUND FORCES OVER THE LAST 10 YEARS (2010–2019)

^{1,2}Vladimir I. Evdokimov*, ¹Pavel P. Sivashchenko

¹Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia

²Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation medicine, St. Petersburg, Russia

The purpose of the study is to analyze the primary incidence of conscript military personnel of the Navy and Ground Forces over the last 10 years from 2010–2019.

Methodology. We conducted a selective statistical analysis of medical reports on the health status of personnel and the activities of the medical service in the form of 3/MED of military units, in which served about 80% of the total number of conscript military personnel of the Navy and Russian Ground Forces. The primary incidence of conscript military personnel was correlated with the chapters of the International Classification of Diseases, 10th revision (ICD-10).

Results and their discussion. The average annual incidence rate of conscript military personnel for the Navy amounted to 1143,4–59,1‰, of the Ground Forces was higher at the level of trends — 1345,9–86,1‰. The dynamics of the primary incidence of conscript military personnel of the Navy showed a decrease in data, the Ground Forces — resembled an inverted U-curve with maximum rates in 2013–2014. The leading chapters of diseases of the primary incidence of the Russian Navy and the Army were respiratory diseases (X chapter), skin and subcutaneous tissue diseases (XII chapter), some infectious and parasitic diseases (chapter I), digestive diseases (XI chapter) and bone disease -muscular system and connective tissue (XIII chapter). The total contribution of these classes to the structure was 83,9 and 84,5%, respectively. Indicators of primary morbidity of acute respiratory infections of the upper respiratory tract (J00–J06), infections of the skin and subcutaneous tissue (L00–L08), and other acute lower respiratory infections were of a different significance for the conscripts of the Russian Navy and the Ground Forces of rank 1–6 respiratory tract (J20–J22), flu and pneumonia (J10–J18), diseases of the esophagus, stomach and duodenum (K20–K31) and viral infections characterized by lesions of the skin and mucous membranes (B00–B09). The distinctive features of the primary morbidity of military personnel of the Navy and Ground Forces by disease classes and leading nosologies are revealed. The total contribution of the listed nosologies (groups in chapters) to the structure was 71,3 and 73,2%, respectively.

Key words: marine medicine, military medicine, conscript military personnel, medical statistics, primary incidence, Navy, Ground Forces

Conflict of interest: authors declared no conflict of interest.

For citation: Evdokimov V.I., Sivashchenko P.P. Analysis of the primary incidence of conscript military personnel of the Navy and Russian Ground Forces over the last 10 years (2010–2019) // *Marine medicine*. 2020. Vol. 6, No. 4. P. 63–72, <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-4-63-72>.

*Contact: *Evdokimov Vladimir Ivanovich*, 9334616@mail.ru

Введение. Среди обязательных медико-статистических показателей состояния здоровья военнослужащих особое внимание отводится первичной заболеваемости — новым, нигде ранее не зарегистрированным и впервые выявленным заболеваниям в воинской части (соединении, объединении). Единицей учета являлось первичное обращение. Первичным обращением считалось первое обращение военнослужащего за медицинской помощью к врачу во время пребывания его на военной службе по поводу каждого нового, ранее нигде не зарегистрированного заболевания. Все случаи первого обращения по поводу острых заболеваний были первичными обращениями¹.

Как правило, первичную заболеваемость у военнослужащих по призыву составляют адапта-

ционно обусловленные расстройства, возникающие за счет воздействия комплексного адаптационного фактора [1, с. 64–65; 2, с. 60; 3, с. 24–25]. Нарушения здоровья военнослужащих по призыву ВС России находятся в поле зрения исследователей [4, с. 12–13; 5, с. 48–49; 6, с. 13–14]. Адаптационно-обусловленные расстройства являются ведущими в структуре первичной заболеваемости и в армиях стран мира: в США [7, с. 13–18], Казахстана², Беларуси [8, с. 8–10] и др.

Сравнение показателей заболеваемости военнослужащих по призыву Военно-Морского Флота и Сухопутных войск Российской Федерации в 2003–2018 гг. представлено в монографии [9, с. 20–29], к сожалению, изданной малым тиражом.

¹ Указания по ведению медицинского учета и отчетности в Вооруженных силах Российской Федерации на мирное время: утв. нач. Гл. воен.-мед. упр. Минобороны РФ. М.: ГВКГ им. Н.Н. Бурденко, 2001. 40 с. [Guidelines for medical record keeping and reporting in the Armed Forces of the Russian Federation during peacetime. Moscow, 2001, 40 p. (In Russ.)].

² Мухаметжанов А.М., Смагулов Н.К., Жаутикова С.Б. и др. Актуальные вопросы заболеваемости военнослужащих срочной службы // *Современные проблемы науки и образования* [Электронный ресурс]. 2013. № 3. С. 131. [Mukhamet-zhanov A.M., Smagulov N.K., Zhautikova S.B. et. al. Current issues of morbidity of military servicemen. Modern problems of science and education, 2013, No. 3, p. 131 (In Russ.)].

Цель исследования — анализ первичной заболеваемости военнослужащих по призыву Военно-Морского Флота и Сухопутных войск Российской Федерации за последние 10 лет (2010–2019 гг.).

Материалы и методы. Проведен выборочный статистический анализ медицинских отчетов о состоянии здоровья личного состава и деятельности медицинской службы по форме 3/МЕД воинских частей, в которых проходили службу около 80% от общего числа военнослужащих по призыву Военно-Морского Флота (ВМФ) и Сухопутных войск Вооруженных сил (ВС) России с 2010 по 2019 г. [10].

Первичную заболеваемость военнослужащих по призыву соотнесли с классами Международной классификации болезней 10-го пересмотра (МКБ-10) (табл. 1).

вичной заболеваемости проводили с помощью анализа динамических рядов и расчета полиномиальной кривой второго порядка [11, с. 29–31]. Силу связи показателей полиномиальной кривой с данными первичной заболеваемости оценивали при помощи коэффициента детерминации (R^2). Чем больше был R^2 (максимальный показатель — 1), тем ближе построенная кривая оказывалась к реальным данным.

Результаты и их обсуждение. Среднегодовой уровень первичной заболеваемости военнослужащих по призыву ВМФ России за последние 10 лет (2010–2019 гг.) составил $1143,4 \pm 59,1\%$. Уровень первичной заболеваемости военнослужащих по призыву Сухопутных войск был больше на уровне тенденций — $1345,9 \pm 86,1\%$.

Полиномиальный тренд уровня первичной заболеваемости военнослужащих по призыву

Таблица 1

Классы болезней и расстройств поведения в МКБ-10

Table 1

Chapters of diseases and behavioral disorders accepted in ICD-10

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

Данные о состоянии здоровья рассчитали на 1000 военнослужащих (в ‰). Провели анализ показателей классов болезней со вкладом в структуру не менее 5% (ведущие классы), нозологий (групп в классах) — не менее 0,5% (ведущие нозологии).

Результаты исследования проверили на нормальность распределения признаков. В тексте указаны средние арифметические значения и их стандартные ошибки ($M \pm m$). Определение динамики и прогнозирование показателей пер-

ВМФ России при очень низком коэффициенте детерминации показывал тенденцию уменьшения данных, военнослужащих Сухопутных войск — напоминал инвертированную U-кривую с тенденцией уменьшения показателей в последний период наблюдения (рис. 1).

В табл. 2 сведены показатели первичной заболеваемости военнослужащих по призыву в целом по ВС России. Среднегодовой уровень первичной заболеваемости в ВС России составил $1186,8 \pm 40,8\%$. В динамике выявлено уве-



Рис. 1. Динамика доли уровня первичной заболеваемости военнослужащих по призыву ВМФ и Сухопутных войск России

Fig. 1. The dynamics of the share of the primary incidence rate of conscript military personnel of the Navy and Russian Ground Forces

Провели сравнение показателей уровня первичной заболеваемости по классам МКБ-10 военнослужащих по призыву ВС России с заболеваемостью военнослужащих ВМФ Сухопутных войск (табл. 3), понимая, что они являются составной частью общих данных. Оказалось, что первичная заболеваемость военнослужащих ВМФ новообразованиями (II класс), болезнями крови, кроветворных органов и отдельными нарушениями, вовлекающими иммунный механизм (III класс), с психическими расстройствами и расстройствами поведения (V класс), с травмами, отравлениями и некоторыми другими последствиями воздействия внешних причин (XIX класс) была больше, чем в ВС России. Меньше была первичная заболеваемость военнослужащих ВМФ болезнями глаз и его придаточного аппарата (VII класс), болезнями уха и сосцевидного отростка (VIII класс),

Таблица 2

Первичная заболеваемость военнослужащих по призыву Вооруженных Сил Российской Федерации и доля случаев заболеваемости в ВМФ и Сухопутных войсках в общей структуре (2010–2019 гг.)

Table 2

Primary incidence of conscript military personnel of the Russian Armed Forces and the proportion of cases incidence in the Navy and Ground Forces in the general structure (2010–2019)

Класс	ВС России					ВМФ				Сухопутные войска			
	уровень, (M±m) %	структура, %	ранг	динамика	R ²	p <	%	динамика	R ²	p <	%	динамика	R ²
I	61,5±4,7	5,2	3-й*	↓	0,65		12,1	∩	0,63		56,7	↓	0,33
II	2,6±0,1	0,2	14-й	↑	0,89	0,01	17,1	∩↓	0,75		40,3	∩↓	0,23
III	0,6±0,0	0,1	15-й	∩↑	0,44	0,001	18,5	∩↑	0,92		46,1	∩↓	0,58
IV	18,5±1,3	1,6	8-й	∩↑	0,86		8,9	↑	0,56		47,5	↓	0,31
V	12,5±0,6	1,1	12-й	↓	0,53	0,001	22,8	∩↓	0,30		48,5	↓	0,22
VI	15,0±0,7	1,3	10–11-й	→	0,03		8,4	↑	0,63		49,0	↓	0,27
VII	25,3±2,2	2,1	6–7-й	↑	0,60	0,05	7,8	∩↑	0,27		45,3	↓	0,05
VIII	24,8±1,2	2,1	6–7-й	↑	0,49	0,01	7,7	∩↑	0,54		52,6	↓	0,13
IX	17,6±1,2	1,5	9-й	↓	0,43		12,0	∩↑	0,41		50,5	↓	0,23
X	698,7±29,7	58,6	1-й	∩↑	0,54		10,5	∩↓	0,67		51,7	↓	0,07
XI	59,3±3,2	5,0	4–5-й	↑	0,04		9,8	∩↓	0,35		51,3	↓	0,08
XII	164,9±9,2	13,9	2-й	↓	0,26	0,05	8,4	∩↑	0,85		51,6	↓	0,41
XIII	58,8±4,4	5,0	4–5-й	↑	0,61	0,05	8,3	∩↑	0,79		45,6	↑	0,01
XIV	15,1±1,0	1,3	10–11-й	↑	0,21		10,6	∩	0,45		44,7	↓	0,11
XIX	11,6±1,1	1,0	13-й	∩↓	0,50	0,05	14,9	↑	0,16		37,8	↓	0,03
Общий	1186,8±40,8	100,0		∩	0,28		10,1	∩	0,74		51,2	↓	0,14

* Здесь и в табл. 3: 1–5-е ранги значимости.

* Here and in Table 3: 1st–5th ranks of significance.

личение уровня заболеваемости в последний период наблюдения у военнослужащих по призыву ВС России с болезнями 9 классов, которые составили 76,2% в структуре.

болезнями кожи и подкожной клетчатки (XII класс), болезнями костно-мышечной системы и соединительной ткани (XIII класс). Первичная заболеваемость военнослужащих по при-

Таблица 3

Первичная заболеваемость военнослужащих по призыву ВМФ и Сухопутных войск (2010–2019 гг.)

Table 3

Primary incidence of conscript military personnel on the of the Navy and Ground Forces (2010–2019)

Класс	ВМФ					Сухопутные войска					p1-2 <
	(1) уровень, (M±m) ‰	структура, %	ранг	динамика	R ²	(2) уровень, (M±m) ‰	структура, %	ранг	динамика	R ²	
I	72,1±7,5	6,3	3-й	↓	0,60	78,4±8,7	5,8	3-й	↓	0,60	
II	4,4±0,4	0,4	14-й	↷	0,14	2,3±0,2	0,2	14-й	↷↑	0,45	0,001
III	1,1±0,1	0,1	15-й	↷↑	0,35	0,7±0,1	0,1	15-й	↷	0,37	0,01
IV	15,6±1,3	1,4	10–12-й	↑	0,68	19,2±1,4	1,4	9-й	↷	0,22	
V	28,0±2,3	2,4	6-й	↓	0,49	13,6±0,9	1,0	12-й	↷↓	0,19	0,001
VI	12,0±1,2	1,0	13-й	↷↑	0,16	16,4±1,7	1,2	10-й	↷↓	0,26	
VII	18,5±1,6	1,6	8–9-й	↷↑	0,30	24,5±1,7	1,8	7-й	↑	0,49	0,05
VIII	18,1±0,9	1,6	8–9-й	↑	0,33	28,4±1,8	2,1	6-й	→	0,02	0,001
IX	20,5±1,7	1,8	7-й	↷↓	0,43	20,0±2,2	1,5	8-й	↓	0,39	
X	691,3±45,5	60,4	1-й	↓	0,04	804,9±55,1	59,6	1-й	↷	0,26	
XI	56,6±3,9	5,0	4-й	↷↓	0,16	66,8±4,2	5,0	4-й	↑	0,02	
XII	128,0±7,3	11,2	2-й	↷↓	0,06	190,2±18,6	14,1	2-й	↓	0,49	0,05
XIII	45,3±3,4	4,0	5-й	↑	0,49	59,5±5,8	4,4	5-й	↑	0,53	
XIV	15,5±1,3	1,4	10–12-й	↓	0,09	14,5±1,0	1,1	11-й	↷	0,05	
XIX	16,5±1,5	1,4	10–12-й	↓	0,21	9,3±0,7	0,7	13-й	↷↓	0,86	0,01
Общий	1143,4±59,1	100,0		↓	0,06	1345,9±86,1	100,0		↷↓	0,20	

зую Сухопутных войск и в целом ВС России не различалась (табл. 2).

Показатели первичной заболеваемости военнослужащих по призыву ВМФ России составили 10,1% случаев первичной заболеваемости в целом по ВС России, Сухопутных войск — 51,2%, что может также определяться их большей численностью в Сухопутных войсках (табл. 2). На рис. 2 показана динамика доли

вклада случаев первичной заболеваемости военнослужащих рода войск в общее количество первичной заболеваемости в ВС России. Отмечается уменьшение доли случаев первичной заболеваемости в Сухопутных войсках (рис. 2), в ВМФ России эти показатели напоминают U-кривую, с некоторым увеличением данных в последний период наблюдения (см. рис. 2). Увеличение вклада в общую структуру первичной заболеваемости в ВС России в той или иной степени демонстрировало показатели военнослужащих ВМФ России с 9 классами болезней, Сухопутных войск — с одним классом (табл. 2).

В динамике уровня заболеваемости военнослужащих ВМФ России отмечается увеличение показателей с болезнями 6 классов с долей 9,7%, Сухопутных войск — с болезнями 4 классов с долей 11,4% в структуре (табл. 3).

Ведущими классами болезней (с долей 5% и более) у военнослужащих ВМФ России и Сухопутных войск были болезни X, XII, I, и XI классов (указаны в порядке значимости). На рис. 3, а показана структура первичной заболеваемости военнослужащих по призыву ВМФ России болезнями ведущих классов с суммарным вкладом 83,9%. В динамике структуры выявлены уменьшение доли военнослужащих с болезнями I и XI классов, увеличение доли военнослужащих с болезнями XII класса



Рис. 2. Динамика доли первичной заболеваемости военнослужащих по призыву ВМФ и Сухопутных войск в структуре ВС России

Fig. 2. The dynamics of the share of primary incidence of conscript military personnel of the Navy and Ground Forces in the structure of the Russian Armed Forces

и определенная стабильность доли военнослужащих с болезнями X класса (рис. 3, б).

У военнослужащих по призыву ВМФ были статистически больше показатели первичной

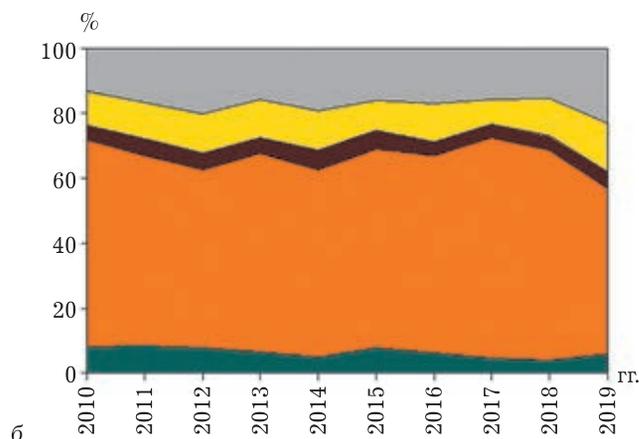
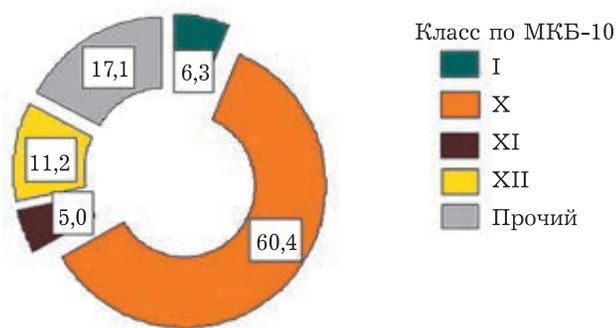


Рис. 3. Структура (а) и динамика структуры (б) первичной заболеваемости военнослужащих по призыву ВМФ России

Fig. 3. Structure (a) and dynamics of structure (б) of the primary incidence of conscript military personnel of the Russian Navy

На рис. 4, а показана структура первичной заболеваемости военнослужащих по призыву Сухопутных войск болезнями ведущих классов с суммарным вкладом 84,5%. В динамике структуры выявлено некоторое уменьшение доли военнослужащих с болезнями I и XII классов, увеличение доли — с болезнями X и XI классов (рис. 4, б).

заболеваемости кишечными инфекциями (А00–А09), невротическими, связанными со стрессом, и соматоформными расстройствами (F40–F48), другими болезнями кишечника (K55–K64), деформирующими дорсопатиями (M40–M43), в том числе остеохондрозом позвоночника (M42) и другими дорсопатиями (M50–M54), чем у военнослужащих Сухопутных

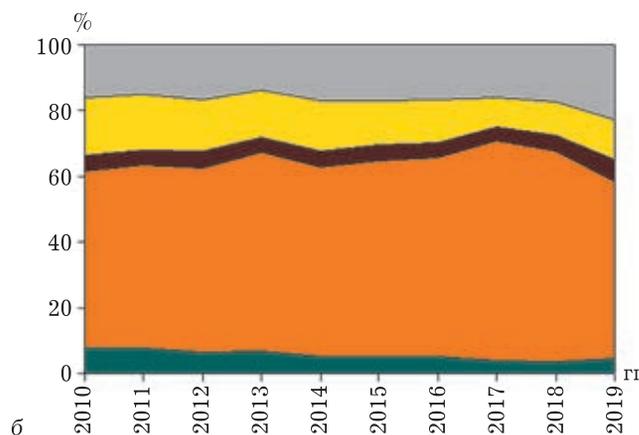
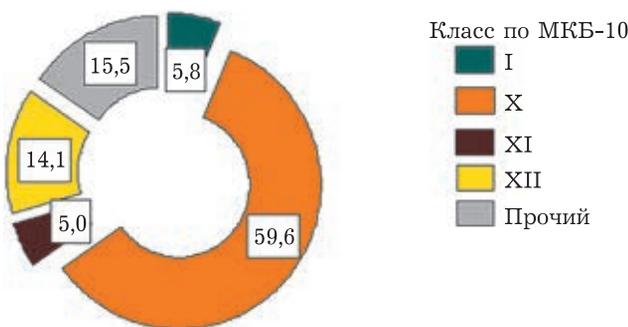


Рис. 4. Структура (а) и динамика структуры (б) первичной заболеваемости военнослужащих по призыву Сухопутных войск России

Fig. 4. Structure (a) and dynamics of structure (б) of the primary incidence of conscript military personnel of the Ground Forces of Russia

В табл. 4 показаны сведения первичной заболеваемости военнослужащих ВМФ и Сухопутных войск по ведущим нозологиям (группам в классах). Таких нозологий у военнослужащих ВМФ было 19 с долей 84,3% от структуры первичной заболеваемости, у военнослужащих Сухопутных войск — 19 и 83,6% соответственно.

войск. У военнослужащих по призыву ВМФ были статистически меньше показатели первичной заболеваемости микозами (В35–В49), болезнями наружного уха (Н60–Н62), болезнями, характеризующимися повышенным кровяным давлением (I10–I15), другими острыми респираторными инфекциями нижних дыха-

Таблица 4

Первичная заболеваемость военнослужащих по призыву ВМФ и Сухопутных войск России по основным болезням (группам в классах) в 2010–2019 гг.

Table 4

Primary incidence of conscript military personnel of the Navy and Russian Ground Forces by major diseases (chapters in classes) in 2010–2019

Нозология, группа класса (код по МКБ-10)	ВМФ			Сухопутные войска			p<
	уровень, (M±m) ‰	%	ранг	уровень, (M±m) ‰	%	ранг	
Кишечные инфекции (A00–A09)	7,6±0,8	0,7	15–17-й	3,3±0,8	0,2	≥17-го	0,01
Вирусные инфекции, характеризующиеся поражениями кожи и слизистых оболочек (B00–B09)	42,0±4,3	3,7	5-й	47,9±5,0	3,6	4–5-й	
Микозы (B35–B49)	8,9±0,7	0,8	13–14-й	19,7±3,4	1,5	8-й	0,05
Недостаточность питания (E40–E64)	13,5±1,3	1,2	9-й	16,1±1,3	1,2	11-й	
Невротические, связанные со стрессом, и соматоформные расстройства (F40–F48)	22,9±1,7	2,0	7-й	5,7±0,9	0,4	≥17-го	0,001
Болезни век, слезных путей, глазницы, конъюнктивы (H00–H11)	10,9±1,1	1,0	11-й	12,8±1,5	0,9	12-й	
Болезни наружного уха (H60–H62)	7,7±0,7	0,7	15–17-й	17,5±1,4	1,3	10-й	0,001
Болезни среднего уха и сосцевидного отростка (H65–H74)	9,4±0,5	0,8	13–14-й	9,3±0,5	0,7	14-й	
Болезни, характеризующиеся повышенным кровяным давлением (I10–I15)	2,1±0,7	0,2	i20-го	6,9±1,2	0,5	15–16-й	0,01
Острые респираторные инфекции верхних дыхательных путей (J00–J06)	566,1±41,8	49,5	1-й	586,6±39,9	43,6	1-й	
Грипп и пневмония (J10–J18)	53,6±5,8	4,7	3-й	47,0±8,3	3,5	6-й	
Другие острые респираторные инфекции нижних дыхательных путей (J20–J22)	45,3±4,6	4,0	4-й	130,9±15,3	9,7	2-й	0,001
Другие болезни верхних дыхательных путей (J30–J39)	12,4±1,1	1,1	10-й	32,3±4,7	2,4	7-й	0,01
Болезни пищевода, желудка и двенадцатиперстной кишки (K20–K31), в том числе:	33,7±3,1	2,9	6-й	47,9±3,0	3,6	4–5-й	0,01
гастрит и дуоденит (K29)	16,5±2,0	1,4		29,2±2,0	2,2		0,01
Болезни аппендикса (K35–K38)	5,5±0,6	0,5	18–19-й	4,1±0,2	0,3	≥17-го	
Другие болезни кишечника (K55–K64)	10,2±1,1	0,9	12-й	6,4±0,9	0,5	15–16-й	0,05
Инфекции кожи и подкожной клетчатки (L00–L08)	74,2±6,1	6,5	2-й	124,3±15,4	9,2	3-й	
Деформирующие дорсопатии (M40–M43), в том числе:	7,5±0,9	0,7	15–17-й	18,9±1,8	1,4	9-й	0,001
остеохондроз позвоночника (M42)	3,6±0,6	0,3		12,5±1,3	0,9		0,001
Другие дорсопатии (M50–M54)	17,9±1,6	1,6	8-й	10,5±1,8	0,8	13-й	0,05
Болезни мужских половых органов (N40–N50)	6,7±0,7	0,6	18–19-й	5,6±0,5	0,4	≥17-го	

тельных путей (J20–J22), другими болезнями верхних дыхательных путей (J30–J39), болезнями пищевода, желудка и двенадцатиперстной кишки (K20–K31), в том числе гастритом и дуоденитом (K29) (см. табл. 4).

На рис. 5–8 представлена динамика первичной заболеваемости военнослужащих ВМФ

и Сухопутных войск болезнями (группами в классах), которые составили 1–6-й ранг значимости. Полиномиальный тренд первичной заболеваемости военнослужащих ВМФ острыми респираторными инфекциями верхних дыхательных путей (J00–J06) приближается к прямой горизонтальной линии, т.е. демонстрирует

тенденцию стабильности показателей, военнослужащих Сухопутных войск — напоминает инвертированную U-кривую с максимумом в 2013–2014 гг. (рис. 5). Согласованность кривых — низкая, что может указывать на роль в их развитии разных факторов.



Рис. 5. Динамика уровня первичной заболеваемости военнослужащих по призыву ВМФ и Сухопутных войск с острыми респираторными инфекциями верхних дыхательных путей (J00–J06)

Fig. 5. The dynamics of the primary incidence rate of conscript military personnel of the Navy and Ground Forces with acute respiratory infections of the upper respiratory tract (J00–J06)

Полиномиальный тренд первичной заболеваемости военнослужащих ВМФ гриппом и пневмониями (J10–J18) показывает тенденцию уменьшения, военнослужащих Сухопутных войск — напоминает инвертированную U-кривую с максимальными данными в 2013–2014 гг. (рис. 6). Согласованность кривых также низкая, что может указывать на роль в их развитии разных факторов.

Полиномиальные тренды первичной заболеваемости военнослужащих ВМФ и Сухопутных войск инфекциями кожи и подкожной клетчатки (L00–L08) показывают уменьшение показателей (рис. 7). Согласованность кривых — сильная, положительная и статистически достоверная ($r=0,88$; $p<0,001$), что может указывать на роль в их развитии однонаправленных факторов.

Полиномиальный тренд первичной заболеваемости военнослужащих ВМФ болезнями пищевода, желудка и двенадцатиперстной кишки (K20–K31) показывает тенденцию уменьшения, военнослужащих Сухопутных войск — приближается к прямой горизонталь-

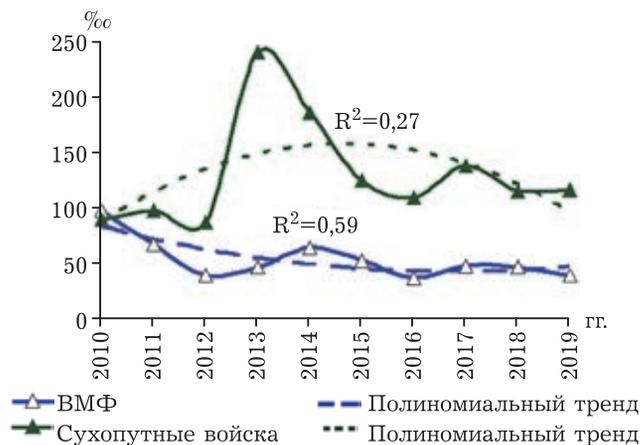


Рис. 6. Динамика уровня первичной заболеваемости военнослужащих по призыву ВМФ и Сухопутных войск с гриппом и пневмониями (J10–J18)

Fig. 6. The dynamics of the primary incidence rate of conscript military personnel of the Navy and Ground Forces with Flu and pneumonia (J10–J18)

ной линии, т.е. демонстрирует тенденцию стабильности показателей (рис. 8). Согласованность кривых — низкая, что может указывать на роль в их развитии разных факторов.



Рис. 7. Динамика уровня первичной заболеваемости военнослужащих по призыву ВМФ и Сухопутных войск инфекциями кожи и подкожной клетчатки (L00–L08)

Fig. 7. The dynamics of the primary incidence rate of conscript military personnel of the Navy and Ground Forces with infections of the skin and subcutaneous tissue (L00–L08)

Заключение. Среднегодовой уровень первичной заболеваемости военнослужащих по призыву ВМФ России в 2010–2019 гг. составил $1143,4 \pm 59,1‰$. Уровень первичной заболеваемости военнослужащих по призыву Сухопутных войск был больше на уровне тенден-



Рис. 8. Динамика уровня первичной заболеваемости военнослужащих по призыву ВМФ и Сухопутных войск болезнями пищевода, желудка и двенадцатиперстной кишки (K20–K31)

Fig. 8. The dynamics of the primary incidence rate of conscript military personnel of the Navy and Ground Forces with diseases of the esophagus, stomach and duodenum (K20–K31)

ций — $1345,9 \pm 86,1‰$. В структуре первичной заболеваемости военнослужащих по призыву Вооруженных сил России доля первичной заболеваемости военнослужащих ВМФ составила 10,1%, Сухопутных войск — 51,2%, что в большей степени определяется численностью военнослужащих. Динамика первичной заболеваемости военнослужащих по призыву ВМФ показывала уменьшение показателей, Сухопутных войск — напоминала инвертированную

U-кривую с максимальными показателями в 2013–2014 гг.

Ведущими классами болезней (со вкладом 5% и более) первичной заболеваемости военнослужащих ВМФ и Сухопутных войск были болезни органов дыхания (X класс), болезни кожи и подкожной клетчатки (XII класс), некоторые инфекционные и паразитарные болезни (I класс), болезни органов пищеварения (XI класс) и болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани (XIII класс). Суммарный вклад перечисленных классов в структуру составил 83,9 и 84,5% соответственно.

С разной долей значимости у военнослужащих по призыву ВМФ и Сухопутных войск 1–6-й ранги составили показатели первичной заболеваемости острых респираторных инфекций верхних дыхательных путей (J00–J06), инфекций кожи и подкожной клетчатки (L00–L08), других острых респираторных инфекций нижних дыхательных путей (J20–J22), гриппа и пневмоний (J10–J18), болезней пищевода, желудка и двенадцатиперстной кишки (K20–K31) и вирусных инфекций, характеризующихся поражениями кожи и слизистых оболочек (B00–B09). Суммарная доля перечисленных нозологий (групп в классах) в структуре составила 71,3 и 73,2% соответственно.

Ранняя диагностика, своевременное лечение и профилактика болезней ведущих классов будут способствовать повышению состояния здоровья военнослужащих по призыву.

Литература/References

1. Абриталин Е.Ю., Юсупов В.В., Костин Д.В., Костин Д.В., Жовнерчук Е.В., Палехова О.В., Брюханов А.В. Клинико-психофизиологические аспекты диагностики расстройств адаптации у военнослужащих // *Медицинский вестник МВД*. 2016. № 1 (80). С. 63–68. [Abritalin Ye., Yusupov V., Kostin D., Zhovnerchuk Ye., Palekhova O., Bryukhanov A. Clinical and psychophysiological aspects of adjustment disorders diagnosis in military personnel. *MIA Medical Bulletin*, 2016. No. 1, pp. 63–68 (In Russ.).]
2. Карпов С.М., Мудров В.М., Малеванец Е.В., Калоев А.Д. Кардиоинтервалография в исследовании адаптации военнослужащих срочной службы // *Технологии живых систем*. 2014. Т. 11, № 3. С. 58–62. [Karpov S.M., Mudrov V.M., Malevanets E.V., Kaloev A.D. Cardiointervalographic in the study of adaptation of conscripts. *Technologies of Living Systems*, 2014, Vol. 11, No. 3, pp. 58–62. (In Russ.).]
3. Коршевер Н.Г., Ситмбетов Д.А. Адаптация военнослужащих, проходящих военную службу по призыву в течение одного года, к условиям военно-профессиональной деятельности: исследование и оптимизация // *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2011. Т. 7, № 1. С. 021–026. [Korshever N.G., Sitmbetov D.A. Adaptation of one-year conscripts to military professional activity: investigation and optimization. *Saratov journal of medical scientific research*, 2011, Vol. 7, No. 1, pp. 021–026 (In Russ.).]
4. Давыдова Т.Е., Перепелкина Н.Ю. Аналитический обзор динамики состояния здоровья военнослужащих, проходящих военную службу по призыву в Сухопутных войсках на территории Оренбургской области // *Информационный архив*. 2011. Т. 5, № 2–3. С. 10–12. [Analytical review of the dynamics of the health status of conscript military personnel in the Orenburg Region. *Information Archive*, 2011, Vol. 5, No. 2–3, pp. 10–12 (In Russ.).]

5. Мызников И.Л., Аскерко Н.В., Ханкевич Ю.Р., Устименко Л.И., Бурцев Н.Н., Кузьминов О.В., Садченко С.Н., Маточкина А.А., Трофимова А.Ю. Состояние здоровья военнослужащих, проходящих службу по призыву на Северном флоте // *Военно-медицинский журнал*. 2014. Т. 335. № 6. С. 44–52. [Myznikov I.L., Askerko N.V., Khankevich Yu.R., Ustimenko L.I., Burtsev N.N., Kuzminov O.V., Sadchenko S.N., Matochkina A.A., Trofimova A.Yu. Health status of military men serving on the North Fleet. *Military medical journal*, 2014, Vol. 335, No. 6, pp. 44–52 (In Russ.).]
6. Шамрей В.К., Евдокимов В.И., Сивашченко П.П., Григорьев С.Г., Лобачев А.В., Фефелов Д.И. Показатели психического здоровья военнослужащих, проходящих военную службу по призыву в 2003–2016 гг. // *Военно-медицинский журнал*. 2017. Т. 338, № 11. С. 10–18. [Shamrei V.K., Evdokimov V.I., Sivashchenko P.P., Grigorev S.G., Lobachev A.V., Fefelov D.I. Indicators of mental health of servicemen who served on conscription in 2003–2016. *Military medical journal*, 2017, Vol. 338, No. 11, pp. 10–18 (In Russ.).]
7. Monahan P., Hu Zh., Rohrbeck P. Mental disorders and mental health problems among recruit trainees, U.S. Armed Forces, 2000–2012. *Medical Surveillance Monthly Report (MSMR)*. 2013. Vol. 20, No. 7. P. 13–18.
8. Чернов Д.А., Еськов А.С., Чешик И.А. Медико-статистические показатели здоровья военнослужащих, проходящих срочную военную службу в Вооруженных силах Республики Беларусь // *Военная медицина*. 2018. № 2 (47). С. 7–13. [Chernov D.A., Yeskou A.S., Cheshyk I.A. Medical and statistical indicators of health of servicemen of the Armed forces of the Republic of Belarus. *Military medicine* (Minsk), 2018, No. 2, pp. 7–13 (In Russ.).]
9. Евдокимов В.И., Мосягин И.Г., Сивашченко П.П. *Сравнение показателей заболеваемости военнослужащих по призыву Военно-Морского Флота и Сухопутных войск Российской Федерации (2003–2018 гг.): монография*. СПб.: Политехника-принт, 2019. 94 с. (Серия «Заболеваемость военнослужащих»; вып. 12) [Evdokimov V.I., Mosyagin I.G., Sivashchenko P.P. *Comparison of the morbidity of military personnel drafted by the Navy and Ground Forces of the Russian Federation (2003–2018)*. St. Petersburg: Polytechnika-Print, 2019, 94 p. (Series «Morbidity of military personnel»; iss. 12) (In Russ.).]
10. *Показатели состояния здоровья военнослужащих Вооруженных сил Российской Федерации, а также деятельности военно-медицинских подразделений, частей и учреждений в ...* / Гл. воен.-мед. упр. Минобороны России. М., 2011–2020. [Main military medical directorate of the Russian Ministry of Defense. Moscow, 2011–2020. (In Russ.).]
11. Афанасьев В.Н., Юзбашев М.М. *Анализ временных рядов и прогнозирование*. М.: Финансы и статистика, 2001. 228 с. [Afanas'ev V.N., Yuzbashev M.M. *Time Series Analysis and Forecasting*. Moscow, 2001, 228 p. (In Russ.).]

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 07.10.2020 г.

Авторство:

Методология исследования, подготовка первого варианта статьи, создание иллюстраций, формирование списка литературы — В.И.Евдокимов. Сбор первичных данных, математическая обработка результатов, подготовка первого варианта статьи — П.П.Сивашченко.

Сведения об авторах:

Евдокимов Владимир Иванович — доктор медицинских наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины имени А.М.Никифорова» Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий; 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2; Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6; e-mail: 9334616@mail.ru; SPIN: 1692–4593; Сивашченко Павел Павлович — кандидат медицинских наук, Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6; ORCID: 0000–0001–6286–6967.

ГЕЛИЕВЫЙ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ «РЕКРУТМЕНТ» ЛЕГОЧНЫХ АЛЬВЕОЛ В ПРЕДОТВРАЩЕНИИ АЛЬВЕОЛЯРНОГО КОЛЛАПСА И ПРОФИЛАКТИКЕ ОСТРОГО РЕСПИРАТОРНОГО ДИСТРЕСС-СИНДРОМА У БОЛЬНЫХ С COVID-19 ПНЕВМОНИЕЙ ТЯЖЕЛОГО ТЕЧЕНИЯ

¹А. С. Свистов*, ²И. Г. Мосягин, ³О.Е. Симакина

¹Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

²Главное командование Военно-Морского Флота, Санкт-Петербург, Россия

³Институт экспериментальной медицины, Санкт-Петербург, Россия

Цель. Показать значение подогретого до 95° С гелия (в составе термогелиокса) в снижении поверхностного натяжения воды, включая жидкую и клеточную фракцию крови, что нормализует движение эритроцитов в капиллярах и сохраняет физиологическую функцию альвеолярно-капиллярного пространства, улучшая газообмен в альвеолах. **Материалы и методы.** Проанализированы данные динамики жалоб, анамнеза, клинические симптомы, результаты лабораторных и инструментальных исследований, результаты патологоанатомических, патоморфологических и гистологических проявлений коронавирусной пневмонии (КВП) тяжелого течения, осложненной острым респираторным дистресс-синдромом (ОРДС).

Результаты и их обсуждение. В комплексном лечении коронавирусной инфекции (КВИ) тяжелого течения предложено использовать современную инновационную медицинскую технологию «СИМТ», включающую современный аппарат «Ингалит В2–01», ингалирующий регулируемо подогреваемую до 90–100° С дыхательную газовую смесь — термогелиокс, состоящую из кислорода 20–30% и гелия 70–80%, чередуя с ингаляциями легочного сурфактанта небулайзером. Антикоагулянт целесообразно вводить под кожу. Показано, что развитие ОРДС при КВП связано с острым коронавирусным альвеолитом. Быстрый положительный системный лечебный эффект — профилактика ОРДС у больных с КВП тяжелого течения при использовании предлагаемой нами «СИМТ» обусловлен рядом физико-химических и физиологических эффектов термического гелия.

Ключевые слова: морская медицина, COVID-19, коронавирусная инфекция, коронавирусный альвеолит, альвеолярный коллапс, современные инновационные медицинские технологии, гелиевый «рекрутмент» легочных альвеол

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Свистов А.С., Мосягин И.Г., Симакина О.Е. Гелиевый физико-химический «рекрутмент» легочных альвеол в предотвращении альвеолярного коллапса и профилактике острого респираторного дистресс-синдрома у больных с COVID-19 пневмонией тяжелого течения // *Морская медицина*. 2020. Т. 6, № 4. С. 73–81. <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-4-73-81>.

*Контакт: Свистов Александр Сергеевич, pr.svistov@gmail.com

© Svistov A.S., Mosyagin I.G. Simakina O.E., 2020

HELIUM PHYSICO-CHEMICAL «RECRUITMENT» OF PULMONARY ALVEOLS IN PREVENTION OF ALVEOLAR COLLAPSE AND PREVENTION OF ACUTE RESPIRATORY DISTRESS SYNDROME IN PATIENTS WITH SEVERE COVID-19 PNEUMONIA

¹Aleksandr S. Svistov*, ²Igor G. Mosyagin, ³Olga E. Simakina

¹Military Medical Academy named after S.M. Kirov, Saint-Petersburg, Russia

²High Command of the Navy, Saint-Petersburg, Russia

³Institute of experimental medicine, Saint-Petersburg, Russia

Purpose. Show the significance of helium heated to 95° C (as part of Thermogeliox) in reducing the surface tension of water, including the liquid and cellular fraction of blood, which normalizes the movement of red blood cells in the

capillaries and preserves the physiological function of the alveolar — capillary space, improving gas exchange in the alveoli.

Materials and methods. The data on the dynamics of complaints and anamnesis, clinical symptoms, results of laboratory and instrumental studies, the results of pathological, pathomorphological and histological manifestations of severe coronavirus pneumonia (CVP) complicated by acute respiratory distress syndrome (ARDS) were analyzed.

Results and its discussion. In the complex treatment of severe coronavirus infection (CVI), it is proposed to use the modern innovative medical technology «SIMT», which includes a modern device «Ingalit B2–01», inhaling a respiratory gas mixture heated to 90–100° C — thermogeliox, consisting of oxygen 20–30% and helium 70–80%, alternating with inhalation of pulmonary surfactant by a nebulizer. It is advisable to inject the anticoagulant under the skin. It has been shown that the development of ARDS in CEP is associated with acute coronavirus alveolitis. A quick positive systemic therapeutic effect — the prevention of ARDS in patients with severe CVP when using our proposed «SIMT» is due to a number of physicochemical and physiological effects of thermal helium.

Key words: marine medicine, COVID-19, coronavirus infection, coronavirus alveolitis, alveolar collapse, modern innovative medical technologies, helium «recruitment» of pulmonary alveols

Conflict of interest: authors declared no conflict of interest.

For citation: Svistov A.S., Mosyagin I.G., Simakina O.E. Helium physico-chemical «recruitment» of pulmonary alveols in prevention of alveolar collapse and prevention of acute respiratory distress syndrome in patients with severe COVID-19 pneumonia // *Marine medicine*. 2020. Vol. 6, No. 4. P. 73–81, <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-4-73-81>.

*Contact: *Svistov Aleksandr Sergeevich, pr.svistov@gmail.com*

Введение. Человечество столкнулось с пандемией коронавирусной инфекции COVID-19 — тяжелым острым респираторным заболеванием, вызываемым коронавирусом SARS-2019-nCoV2, часто протекающим в форме вирусной пневмонии тяжелого течения, течение которой осложняется острым респираторным дистресс-синдромом (ОРДС) и дыхательной недостаточностью с высоким риском смерти. Заболевание вызывается новым, постоянно мутирующим вирусом, против которого у людей нет приобретенного иммунитета. К инфекции восприимчивы люди всех возрастных категорий. Примерно в 15% случаев заболевание протекает в тяжелой форме с применением кислородной терапии, еще в 5% состояние больных критическое [1, с. 21–29].

Согласно последней информации официальных онлайн-источников, по состоянию на 12 октября 2020 г. новый коронавирус COVID-19 продолжает распространяться по всему миру¹. Во многих государствах разных континентов мира количество зараженных продолжает расти². В ряде стран, таких как США, Бразилия, Индия, Великобритания, Испания, Италия и др., говорят о второй волне КВИ мутирующим коронавирусом. Повторно вводятся карантинные меры.

Текущая статистика по коронавирусу на 12.10.2020 (во всем мире) по данным Worldometers³ представлена в таблице.

Опасная коронавирусная болезнь COVID-19 поразила 212 стран и территорий по всему миру. Также случаи заболевания были зафиксированы на двух международных круизных судах. В связи с возникновением такой тяжелой ситуации в марте 2020 г. Всемирная организация здравоохранения объявила вспышку коронавируса мировой эпидемией.

Цель: показать значение подогретого до 95° C гелия (в составе термогелиокса) в снижении поверхностного натяжения воды, включая жидкую и клеточную фракцию крови, что нормализует движение эритроцитов в капиллярах и сохраняет физиологическую функцию альвеолярно-капиллярного пространства, улучшая газообмен в альвеолах.

Материалы и методы. Проанализированы данные динамики жалоб, анамнеза, клинические симптомы, результаты лабораторных и инструментальных исследований, результаты патологоанатомических, патоморфологических и гистологических проявлений коронавирусной пневмонии (КВП) тяжелого течения, осложненной острым респираторным дистресс-синдромом (ОРДС).

¹ <https://xn-80aesfpebagmfbcl0a.xn-p1ai/> (дата обращения: 12.10.2020 г.).

² <https://www.bbc.com/russian/news-53365908> (дата обращения: 12.10.2020 г.).

³ <https://www.worldometers.info/coronavirus/> (дата обращения: 12.10.2020 г.).

Статистические показатели по коронавирусу на 12.10.2020

Table

Coronavirus statistics (10/12/2020)

Показатель	Количество человек, абс.
Всего заражений	37 806 667
Смертельные случаи	1 082 239
Выздоровевшие	28 384 322
Сейчас болеют	8 340 106
Серьезные и критические случаи и болеющих в настоящее время	68 834

Вирус недостаточно изучен, отсутствуют какие-либо специфические противовирусные средства лечения или профилактики КВИ и нет доказательств эффективного иммуномодулирующего лечения [2, с. 1499–1500]. Антибиотики против вирусов неэффективны и не применяются в лечении. Однако они могут быть назначены для профилактики и в случае обнаружения бактериальной вторичной инфекции [3, с. 8–18]. Наиболее частым и опасным осложнением острой коронавирусной пневмонии является ОРДС. Он осложняет течение от 15 до 33% КВИ [4, с. 1334–1349].

Прогрессирующая дыхательная недостаточность является основной причиной смерти при пандемии SARS-CoV-2. Несмотря на высокий интерес к патофизиологии заболевания, относительно мало информации о морфологических и молекулярных изменениях в легких пациентов, которые умирают от КВИ.

Отсутствие новых эффективных противовирусных и других, разрешенных к применению, лекарственных препаратов для борьбы с коронавирусом ведет к применению (off-label) нелегализованных средств лечения, т.е. применение не по инструкции, а по новому назначению. В мире ведутся активные научные и клинические поиски новых эффективных, лекарственных молекул, вакцин против коронавируса, новых эффективных методов и методик лечения.

Наш первый клинический опыт терапии КВП тяжелого течения с использованием «СИМТ» у 18 больных Республиканской клинической больницы г. Сыктывкар, в апреле 2020 г. показал, что подогретый до 95° С гелиокс действует довольно быстро. Больные через 15–20 минут ингаляции отмечали улучшение физического состояния, выражающегося в уменьшении одышки, общей слабости, болей в горле и за грудиной, кашля. Клиническое улучшение наступало в течение первой ингаляции (системный эффект) и сохранялось,

постепенно уменьшаясь до следующей процедуры (эффект последствия). Улучшался газовый состав крови.

Лечебный эффект современной «СИМТ» при КВИ связан с системным воздействием термгелиокса на организм больного. Полученный опыт в лечении КВИ как в стационаре, так и амбулаторно и на дому позволил нам усовершенствовать технологию лечения КВП, заключающуюся в чередовании ингаляций подогретого до 95° С гелиокса аппаратом «Ингалит В2–01» и легочного сурфактанта через небулайзер, так как одновременная ингаляция подогретого до 95° С гелиокса и сурфактанта вызовет значительное снижение температуры подогрева гелиокса, а также нарушение структуры и функции белково-липидно-полисахаридного комплекса легочного сурфактанта. Антикоагулянт (фраксипарин) эффективнее вводить в виде инъекции под кожу.

Патогенез COVID-19 еще недостаточно изучен. Мнения ученых противоречивы, подчеркивается универсальность поражения легких не зависимо от первичного повреждающего фактора, приводящего к ОРДС [5, с. 720–727]. Это говорит об отсутствии достоверных, проверенных, неоднократно подтвержденных международным научно-клиническим медицинским сообществом механизмов системного вирусного повреждения организма больного, как на уровне клеточных биохимических процессов, так на органном и системном уровнях. Ряд ученых подчеркивает важность универсальности поражения легких независимо от первичного повреждающего фактора, приводящего к ОРДС [6, с. 435]. Начальным этапом процесса является активация альвеолярных макрофагов с выбросом провоспалительных компонентов, куда входит группа интерлейкинов, в том числе IL-6, -8, TNF- α (фактор некроза опухоли-альфа), группа хемоаттрактантов, стимулирующих перемещение нейтрофилов [7, с. 377–394]

из крови через эндотелий и альвеолярный эпителий. Этому перемещению способствует системная воспалительная реакция и повышение сосудистой проницаемости [8, с. 1137].

Другая группа исследователей считает, что уровень IL-6, ключевого медиатора для синдрома высвобождения цитокинов, на порядок ниже, чем в тяжелых случаях COVID-19. При этом синдром «цитокинового шторма» в случае COVID-19 является достаточно уникальным, поскольку уровни ферритинов и IL-6 хоть и повышены, но меньше по сравнению с другими синдромами «цитокинового шторма», а легкие поражаются в первую очередь в рамках ОРДС. Синдром системного воспаления явно отличается от других синдромов и рассмотрение воспалительного процесса как результата «цитокинового шторма» может оказаться неверным [9, с. 1152].

Некоторые ученые считают, что легкие поражаются не в результате «цитокинового шторма», а в результате непосредственного вирусного цитопатического эффекта с поражением пневмоцитов, что подразумевает прямое цитопатическое действие вируса, а не избыточную воспалительную реакцию. Кортикостероиды могли бы снимать воспаление, уменьшая последующие повреждения легких. Они применялись при лечении инфекций, вызванных SARS-CoV и MERS-CoV, однако результаты исследований показали, что они не уменьшали смертность. Ключевыми механизмами полиорганного повреждения, вызванного инфекцией SARS-CoV-2, считается непосредственно вирусная цитотоксичность. Вирусные частицы могут напрямую поражать ткани и органы за пределами легких, однако, механизм распространения SARS-CoV-2 по организму остается неясен [10, с. 681–687].

Патологоанатомическая картина, как и большинство исследований КВИ (COVID-19), интерпретируется научно-клиническим сообществом неоднозначно.

Первыми провели вскрытие умерших от КВИ китайские врачи, описавшие патологический процесс в легких при COVID-2019. Оказалось, что изменения, выявленные в легких при КВИ, соответствовали таковым при пневмониях, вызванных вирусами SARS и MERS.

Патоморфологические особенности поражения легких вирусами A H1N1, SARS-CoV1, SARS-CoV2 имеют сходную картину. В основном в экссудативную (раннюю) стадию отмечают внутриаальвеолярный отек, скопления

фибрина, в значительной части полостей альвеол скопления эритроцитов, признаки интерстициального воспаления. В клетках эпителия трахеи и бронхов можно обнаружить вирусные частицы [10, с. 681–687].

В исследовании, проведенном немецкими учеными при поддержке American National Institutes of Health, European Research Council Consolidator, сравнили морфологические и молекулярные изменения паренхимы легких у умерших больных от COVID-19 и гриппа A H1N1 в 2009 г. Установлено, что у больных, умерших от ОДН, связанной с COVID-19 или гриппом A (H1N1), гистологически паренхима легкого выглядела как диффузное повреждение альвеол с периваскулярной инфильтрацией Т-клетками. Легкие умерших от КВИ COVID-19 отличались выраженными эндотелиальными повреждениями. Гистологический анализ легочных сосудов у пациентов с COVID-19 показал широко распространенный тромбоз с микроангиопатией. Повреждение эндотелия в результате инфекции сопровождается местным повышением уровня фактора Виллебранда и эндотелиитом, что, в свою очередь, приводит к чрезмерной выработке тромбина, подавлению фибринолиза и активации каскада комплемента и в конечном счете приводит к возникновению микротромбов и нарушению микроциркуляции [11, с. 906–918].

Подводя итоги патологоанатомическим исследованиям в Китае, России, Германии и других странах, следует сказать, что описывается сходная морфологическая картина, поражения легких вирусами A H1N1, SARS-Cov1, SARS-CoV2. Иначе говоря, у вызываемых вирусами A H1N1, SARS-Cov1, COVID-19 инфекций сходный, если не единый, патогенез.

Считается, что для ОРДС характерно диффузное альвеолярное повреждение [12, с. 13–16]. Согласно современной концепции под термином «диффузное альвеолярное повреждение» (ДАП) понимают схожую реакцию легких при остром повреждении дыхательных путей различной этиологии. В основе лежит некроз эндотелиальных, эпителиальных клеток и интерстиция альвеол, приводящих к коллапсу (спадению) альвеол. Кроме того, это состояние характеризуется снижением легочной податливости (обычное требование искусственной вентиляции легких) и гипоксемией, требует проведения интенсивной терапии и различных методик искусственной вентиляции легких [13, с. 61–78].

Причинами ДАП как травмы (повреждения) могут быть аэрозоли аммиака, двуокиси азота, гербициды, кислород, хлористый цинк, сероводород, боевые отравляющие вещества, фосген и ряд лекарств — амиодарон, нитрофураны, пенициламыды, препараты золота, героин и аэрозоли — керосин, гербициды денатурированное рапсовое масло и др.; радиация; хирургические состояния — шоки: травматический, геморрагический, нейрогенный, кардиогенный, сепсис, острая массивная аспирация, острый панкреатит; ожоги легких с отравлением продуктами горения; трансфузионная терапия, воздушная эмболия; утопление; неизвестные причины и многие другие [13, с. 61–78; 14, с. 1334–1349]. С точки зрения неполного списка этиологических причин развития, диагноз ДАП соответствует травматическому повреждению.

С точки зрения вирусной пневмонии тяжелого течения причиной быстрого прогрессирования, развития ОРДС является острый вирусный альвеолит. Вирусная пневмония представляет инфекцию альвеол, из-за которой альвеолярное пространство закупоривается жидкостью, состоящей из экссудата, слущенных клеток и активированных макрофагов, что приводит к нарушению газообмена, в альвеолярно-капиллярном аппарате. Процесс потребления кислорода из гемоглобина эритроцитов нарушается, а углекислый газ накапливается в организме [14, с. 957].

Как считают большинство патологоанатомов, патоморфологов, гистологов, патоморфологически ОРДС соответствует диффузному альвеолярному повреждению. Однако, во-первых, термин «диффузное альвеолярное повреждение» — это неудачно выбранная аббревиатура, поскольку термин «повреждение» — синоним термина «травма». Нарушение анатомической целостности тканей или органов повлекшие за собой расстройство их функций.

Во-вторых, воспаление — это комплексный, местный и общий патологический процесс, возникающий в ответ на повреждение или действие патогенного раздражителя и проявляющийся в реакциях, направленных на устранение продуктов, а если возможно, то и агентов повреждения и приводящий к максимальному восстановлению в зоне воспаления. Воспаление — защитно-приспособительный процесс.

Альвеола — пузырек, открывающийся в просвет респираторных бронхиол. Альвеолы осуществляют газообмен с легочными капиллярами. Альвеолоциты 2-го типа вырабаты-

вают сурфактант. Внутреннюю поверхность альвеол покрывает сурфактант (С) — поверхностно-активный комплекс фосфолипидов, белков и полисахаридов, играющий главную роль в поддержании архитектоники альвеолярно-капиллярного русла и нормального газообмена. Он способен снижать поверхностное натяжение на границе воздух/жидкость с 72 мН до 20 мН, более чем в 3 раза. Площадь альвеолярно-капиллярной поверхности составляет от 100 до 150 квадратных метров.

У больных с ОРДС легкие состоят из поверхности аэрации и поверхности альвеолярного коллапса, которые приводят к внутрилегочному шунтированию и гипоксемии. ИВЛ может увеличить площадь спавшихся альвеол и потенциально приводить к ателектазам и повреждению легких. Стандартные объемы ИВЛ составляют 10–15 мл/кг. При ОРДС функционирует только непораженная область легких, то есть емкость легких снижена, поэтому большие объемы ИВЛ могут вызывать повреждения легких объединенные в понятие вентилятор-ассоциированное повреждение легких [15, с. 294–323].

В мире ведутся активные научные и клинические поиски новых эффективных, методов, методик и технологий как для непосредственного лечения коронавирусной инфекции тяжелого течения, так и для профилактики. К ним относятся неинвазивная вентиляция легких, высокопоточная оксигенация (скорость потока газа до 60 л/мин), пронициция, рекрутмент спавшихся альвеол, гипербарическая оксигенация и др.

Среди существующих немедикаментозных противовирусных методов, методик и технологий хорошо себя зарекомендовала предлагаемая нами инновационная медицинская технология, суть которой описана в начале этой статьи. Применение этой технологии, основанной на физико-химических свойствах горячего гелия, позволяет реализовать физиологическим путем «рекрутмент» легочных альвеол. Эта технология, в отличие от рекрутмента альвеол с использованием аппарата ИВЛ, физиологична, нетравматична, не вызывает осложнений (вентилятор-ассоциированное повреждение легких) и решает две главных задачи в борьбе с КВИ. Эти задачи — блокада репликации вируса COVID-19 и его уничтожение.

Быстрый лечебный эффект гелия в составе термогелиокса (при первых ингаляциях) с большой достоверностью связан с уменьшением

альвеолярного отека, уменьшением остроты и площади альвеолярного воспаления уменьшением объема и вязкости жидкости в альвеолах, что сохраняло нормальный газообмен. Эти физиологические особенности гелия осуществляются за счет его уникальных физико-химических свойств. Гелий — хороший пенетрант, он обладает чрезвычайно высокой проникающей способностью и низкой плотностью, умеренной вязкостью и высокой теплоемкостью, низкой растворимостью в жирах и воде. Благодаря низкой плотности гелия движение потока гелиокаса будет ламинарным или менее турбулентным, а в силу этого альвеолы получают больше воздуха (кислорода). В гелиевой смеси быстрее диффундирует углекислый газ, а значит, он будет более активно удаляться из альвеол. Гелий в составе подогреваемой кислородно-гелиевой смеси увеличивает объемную скорость движения газовой смеси, увеличивая тем самым скорость диффузии кислорода и углекислого газа в альвеолярно-капиллярном пространстве¹.

Несмотря на применение подогретого гелиокаса в комплексном лечении заболеваний бронхолегочной системы более 10 лет, активное использование в лечебных учреждениях Минздрава России и Министерства обороны России, широкого распространения в лечебно-профилактических учреждениях эта современная медицинская технология не получила. Применялся термогелиокс, подогреваемый до 40° С, в лечении внебольничной пневмонии, хронической обструктивной болезни легких и других заболеваний легких [16, с. 38–41]. Мы используем для блокады репликации и прямого уничтожения вируса SARS-CoV-2 гелиокс, подогретый до 90–95° С.

Поверхностное натяжение (ПН) — термодинамическая характеристика поверхности раздела двух находящихся в равновесии фаз. Силовое (механическое) определение: поверхностное натяжение — это сила, действующая на единицу длины линии, которая ограничивает поверхность жидкости. Поверхностное натяжение на границе жидкость/газ возрастает с увеличением взаимодействия между молекулами жидкости [17, с. 3–8].

Кроме того, надо учитывать физиологические эффекты, которые оказывают на организм изменения ПН жидкостей вообще и вне- и внутриклеточной воды в частности. К ним относятся диспергирование (измельчение, распыление) твердых тел и жидкостей на малые частицы или капли, коалесценция (слияние капель или пузырьков), коагуляция (агрегирование частиц дисперсной фазы). Все эти явления важны для клинической медицины. Капиллярные явления также объясняются поверхностным натяжением. Изменение сил поверхностного натяжения влияет на фагоцитоз (захват клетками соседних частиц), пиноцитоз (захват клеточной поверхностью жидкости с содержащимися в ней веществами), а значит и на динамику их выведения из организма. Огромное значение имеет явление адгезии (смачивания).

Величина поверхностного натяжения имеет диагностическое значение в клинической практике. Обычно поверхностное натяжение биологических жидкостей сравнивают с водой. Вода обладает высоким поверхностным натяжением (72,5 мН/м) и высокой вязкостью (0,7 мПа). Вода является хорошим растворителем. В живой клетке и в межклеточном пространстве растворы различных веществ в воде вступают во взаимодействие [17, с. 3–8].

Поверхностное натяжение всех жидкостей (вне- и внутриклеточной воды) уменьшается с повышением температуры [18, с. 2528–2530; 19, с. 24–28]. Кроме того, термогелиокс уменьшает ПН и вязкость жидкой и клеточной фракций крови, а соответственно нормализует локальный и системный кровоток во всех органах и тканях больного SARS-CoV-2. Поверхностное натяжение мембран эритроцитов и их взвесей является одной из важнейших компонент, определяющих реологические свойства крови. Изменение структуры клеточных мембран влияет на эти взаимодействия и отражается на поверхностном натяжении взвеси эритроцитов. Если повышается температура и рН крови, то это еще больше влияет на величину поверхностного натяжения, вязкость и текучесть крови [20, с. 28–30].

При повышении температуры воды понижается ее поверхностное натяжение, уменьша-

¹ Хадарцев А.А., Киреев С.С., Иванов Д.В. Возможности гелий-кислородной терапии пневмоний при коронавирусной инфекции (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2020. № 3 [Khadartsev A.A., Kireev S.S., Ivanov D.V. Possibilities of helium-oxygen therapy for pneumonia in coronavirus infection (literature review). Journal of new medical technologies, eEdition, 2020, No. 3. doi: 10.24411/2075-4094-2020-16644 (In Russ.)].

ется вязкость. При повышении температуры воды с 0 до 70° С поверхностное натяжение воды уменьшается в 1,2 раза. При повышении температуры воды до 100° С поверхностное натяжение воды уменьшается в 1,3 раза.

Нами в 2014 г. проведено исследование микроциркуляции у здоровых добровольцев в условиях гипоксического и гиперкапнического воздействия. Оценивали гемодинамические характеристики кровотока в микроциркуляторном русле и тканевой кровотока. У здоровых лиц, находящихся в гипоксической камере, заполненной дыхательной газовой смесью с пониженной концентрацией кислорода и азота, добавление инертного газа аргона в дыхательную смесь ускоряло тканевую микроциркуляцию в условиях гипоксии [21, с. 13–16]. Поскольку аргон и гелий являются инертными газами, полученные результаты можно экстраполировать и на кислородно-гелиевую дыхательную смесь.

Заключение. Мы предлагаем дифференцировать диагноз «диффузное альвеолярное повреждение» по этиологическому принципу на хирургический, токсикологический, радиационный и т.д., а поражение альвеол при тяжелых вирусных заболеваниях, таких как острые вирусные инфекции, формулировать «острый диффузный вирусный альвеолит». Поскольку причина поражения альвеолярного аппарата при COVID-19 и других тяжелых вирусных заболеваниях — диффузное воспаление всех отделов легких включая бронхи, паренхиму, альвеолярно-капиллярную структуру.

В комплексном лечении коронавирусной инфекции (КВИ) тяжелого течения предлагаем использовать современную инновационную медицинскую технологию включающую современный аппарат «Ингалит В2-01», ингалирующей регулируемо подогреваемую до 90–100° С дыхательную газовую смесь — термогелиокс (состоящую из 20–30% кислорода и 70–80% гелия), чередуя с ингаляциями легочного сурфактанта. Антикоагулянт целесообразно вводить под кожу. Высока вероятность того, что одновременная ингаляция подогретого до 95° С гелиокса и сурфактанта неизбежно вызовет значительное снижение температуры подо-

грева гелиокса и нарушение структуры и функции белково-липидно-полисахаридного комплекса легочного сурфактанта.

Применение этой технологии, основанной на физико-химических свойствах горячего гелия, позволяющих реализовать физиологическим путем «рекрутмент» легочных альвеол. Эта технология в отличие от рекрутмента альвеол с использованием аппарата ИВЛ, физиологична, не травматична, не вызывает осложнений.

Одним из основных механизмов блокады репликации и прямого уничтожения вируса SARS-CoV-2 подогретым до 95° С гелиоксом является снижение поверхностного натяжения вне- и внутриклеточной воды приводит к нарушению структуры и прямой денатурации вирусных белков оболочки, S-белка короны, капсида и рибосом.

Кроме того, термический гелиокс улучшает капиллярный кровоток и тканевую микроциркуляцию, что предотвращает гемическую и гистотоксическую гипоксию и развитие острой дыхательной недостаточности, уменьшает воспалительный процесс в альвеолах, сохраняет и ускоряет кровоток в альвеолярно-капиллярном пространстве, сохраняя функцию нормального газообмена.

Предлагаемая нами технология профилактики и лечения КВИ технически проста в работе, достаточно эффективна. Необходимо учитывать быстроту развертывания аппаратов в госпитальных и полевых условиях, широту охвата больных одним аппаратом. Кроме того, можно рекомендовать использовать эту технологию для профилактики и лечения массовых вспышек коронавирусной инфекции и сезонного гриппа в крупных коллективах.

Предлагаемая современная инновационная медицинская технология многофункциональна, создана на стыке физики, химии, физиологии и медицины. Многофункциональность технологии в том, что она может использоваться в лечении бронхолегочных заболеваний, острых вирусных инфекций, а также при первичном переохлаждении, термических ожогах легких и профилактике ОРДС разной этиологии.

Литература/References

1. Глыбочко П.В. Клиническая характеристика 1007 больных тяжелой SARS-CoV-2 пневмонией, нуждавшихся в респираторной поддержке // *Клиническая фармакология и терапия*. 2020. Т. 29, № 2. С. 21–29. [Glybochko P.V.

- Clinical characteristics of 1007 patients with severe SARS-CoV-2 pneumonia who needed respiratory support. *Clinical pharmacology and therapy*, 2020, Vol. 29, No. 2, pp. 21–29 (In Russ.).
2. Murthy S., Charles D.G., Robert A.F. Care for Critically Ill Patients With COVID-19 // *JAMA*. 2020. Vol. 323 (15). P. 1499–1500. doi: 10.1001/jama.2020.3633.
 3. Омеляновский В.В., Антонов А.А., Безденежных Т.П., Хачатрян Г.Р. Систематический обзор актуальных научных сведений о применении лекарственных препаратов в терапии новой коронавирусной инфекции COVID-19 // *Медицинские технологии. Оценка и выбор*. 2020. № 1. С. 8–18. doi: 10.31556/2219-0678.2020.39.1.008-018. [Omelyanovsky V.V., Antonov A.A., Bezdenezhnykh T.P., Khachatryan G.R. Systematic review of current scientific data on the use of medicines in the treatment of new coronavirus infection COVID-19. *Medical technology. Evaluation and selection*, 2020, No. 1, pp. 8–18. doi: 10.31556/2219-0678.2020.39.1.008-018 (In Russ.).]
 4. Ware L.B., Matthay M.A. The acute respiratory distress syndrome (англ.) // *The New England Journal of Medicine*. 2000. May. Vol. 342, No. 18. P. 1334–1349. doi: 10.1056/NEJM200005043421806. PMID 10793167.
 5. Moloney E.D., Evans T.W. Pathophysiology and pharmacological treatment of pulmonary hypertension in acute respiratory distress syndrome (англ.) // *Eur. Respir. J.* 2003. April, Vol. 21, No. 4. P. 720–727. PMID 12762363.
 6. Crowe S.M. *Pathogenesis*. 2006. 435 p.
 7. Галкин А.А., Демидова В.С. Центральная роль нейтрофилов в патогенезе синдрома острого повреждения легких (острый респираторный дистресс-синдром) // *Успехи современной биологии*. 2014. Т. 134, № 4. С. 377–394. [Galkin A.A., Demidova V.S. The central role of neutrophils in the pathogenesis of acute lung injury syndrome (acute respiratory distress syndrome). *Advances in modern biology*, 2014, Vol. 134, No. 4, pp. 377–394 (In Russ.).]
 8. Behrens E.M., Koretzky G.A. *Treatment of cytokine storm syndromes*. 2017. 1137 p.
 9. Sinha P., Matthay M.A., Calfee C.S. Is a «Cytokine Storm» Relevant to COVID-19? (англ.) // *JAMA Internal Medicine*. 2020. 1 September. Vol. 180, iss. 9. P. 1152. doi: 10.1001/jamainternmed. 2020.3313. PMID 32602883.
 10. Sungnak W. SARS-CoV-2 entry factors are highly expressed in nasal epithelial cells together with innate immune genes // *Nat. Med.* 2020. Vol. 26. P. 681–687.
 11. Jackson S.P., Darbousset R., Schoenwaelder S.M. Thromboinflammation: challenges of therapeutically targeting coagulation and other host defense mechanisms // *Blood*. 2019. Vol. 133. P. 906–918.
 12. Черняев А.Л., Самсонова М. Этиология, патогенез и патологическая анатомия диффузного альвеолярного повреждения // *Общая реаниматология*. 2000. № 5. С. 13–16. [Chernyaev A.L., Samsonova M. Etiology, pathogenesis and pathological anatomy of diffuse alveolar injury. *General intensive care*, 2000, No. 5, pp. 13–16 (In Russ.).]
 13. Власенко А.В., Евдокимов Е.А., Родионов Е.П. Современные принципы коррекции гипоксии при ОРДС различного генеза. Часть 1 // *Вестник анестезиологии и реаниматологии*. 2020. № 17 (3). С. 61–78. [Vlasenko A.V., Evdokimov E.A., Rodionov E.P. Modern principles of correction of hypoxia in ARDS of various Genesis. Part 1. *Bulletin of anesthesiology and resuscitation*, 2020, No. 17 (3), pp. 61–78 (In Russ.). <https://doi.org/10.21292/2078-5658-2020-17-3-61-78>.
 14. Dandachi D., Rodriguez-Barradas M.C. Viral pneumonia: etiologies and treatment. Abstract // *J. Investig. Med.* 2018 Aug. Vol. 66 (6). P. 957–965. doi: 10.1136/jim-2018–000712.
 15. Dreyfuss D., Saumon G. Ventilator-induced lung injury: lessons from experimental studies (англ.) // *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* (англ.) рус. 1998. January (Vol. 157, No. 1). P. 294–323. PMID 9445314.
 16. Красновский В.Л., Григорьев С.П., Алехин А.И., Потапов В.И. Применение подогретой кислородно-гелиевой смеси в комплексном лечении пациентов с внебольничной пневмонией // *Клиническая медицина*. 2013. № 5. С. 38–41. [Krasnovsky V.L., Grigoriev S.P., Alyokhin A.I., Potapov V.I. Application of a heated oxygen-helium mixture in the complex treatment of patients with community-acquired pneumonia. *Clinical medicine*, 2013, No. 5, pp. 38–41 (In Russ.).]
 17. Хайдаров Г.Г., Хайдаров А.Г., Машек А.Ч. Физическая природа поверхностного натяжения жидкости // *Вестник Санкт-Петербургского ун-та. Серия 4 (Физика, химия)*. 2011. Вып. 1. С. 3–8. [Khaydarov G.G., Khaydarov A.G., Mashek A.Ch. Physical nature of surface tension of a liquid. *Bulletin of the Saint Petersburg University. Series 4 (Physics, chemistry)*, 2011, Release. 1, pp. 3–8 (In Russ.).]
 18. Хайдаров Г.Г. О связи поверхностного натяжения с теплотой парообразования // *Журнал физической химии*. 1983. № 10. С. 2528–2530. [Khaydarov G.G. On the relationship of surface tension with the heat of vaporization. *Journal of physical chemistry*, 1983, No. 10, pp. 2528–2530 (In Russ.).]
 19. Хайдаров Г.Г., Хайдаров А.Г., Машек А.Ч. Влияние температуры на поверхностное натяжение // *Вестник Санкт-Петербургского ун-та. Серия 4 (Физика, химия)*. 2012. Вып. 1. С. 24–28. [Khaidarov G.G., Khaidarov A.G., Mašek A.C. The effect of temperature on surface tension. *Bulletin of the Saint Petersburg University. Series 4 (Physics, chemistry)*, 2012, Release 1, pp. 24–28 (In Russ.).]

20. Куницын В.Г., Мокрушников П.В., Панин Л.Е. Механизм микроциркуляции эритроцита в капиллярном русле при физиологическом сдвиге pH // *Бюл. СО РАМН*. 2007. № 5. С. 28–30. [Kunitsyn V.G., Mokrushnikov P.V., Panin L.E. Mechanism of erythrocyte microcirculation in the capillary bed with a physiological pH shift. *Byul. SO RAMS*, 2007, No. 5, pp. 28–30 (In Russ.)].
21. Шахнович П.Г. Периферическое кровообращение в условиях гипоксической и циркуляторной гипоксии // *Вестник Российской военно-медицинской академии*. 2016. № 1 (53). С. 13–16. [Shakhnovich P.G. Peripheral blood circulation in conditions of hypoxic and circulatory hypoxia. *Bulletin of the Russian military medical Academy*, 2016, No. 1 (53), pp. 13–16 (In Russ.)].

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 03.09.2020 г.

Авторство:

Вклад в концепцию и план исследования — А.С.Свистов, И.Г.Мосягин. Вклад в сбор данных — А.С.Свистов, И.Г.Мосягин. Вклад в анализ данных и выводы — А.С.Свистов, И.Г.Мосягин. Вклад в подготовку рукописи — А.С.Свистов, И.Г.Мосягин, О.Е.Симакина

Сведения об авторах:

Свистов Александр Сергеевич — доктор медицинских наук, профессор, Заслуженный врач Российской Федерации, старший преподаватель I кафедры усовершенствования врачей Федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; e-mail: pr.svistov@gmail.com;

Мосягин Игорь Геннадьевич — доктор медицинских наук, профессор, начальник медицинской службы Главного командования Военно-Морского Флота; 190195, Санкт-Петербург, Адмиралтейский проезд, д. 1; e-mail: mosyagin-igor@mail.ru, ORCID: 0000-0003-2414-1644;

Симакина Ольга Евгеньевна — кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории хронических вирусных инфекций отдела экологической физиологии Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Институт экспериментальной медицины», 197376, Санкт-Петербург, ул. Академика Павлова, 12; e-mail: r154ao@gmail.com, ORCID: 0000-0001-6384-2772.

УДК 311

<http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-4-82-88>

© Гржибовский А.М., Горбатова М.А., Наркевич А.Н., Виноградов К.А., 2020 г.

НЕОБХОДИМЫЙ ОБЪЕМ ВЫБОРКИ ДЛЯ СРАВНЕНИЙ СРЕДНИХ ВЕЛИЧИН В ДВУХ ПАРНЫХ ГРУППАХ

¹⁻²А. М. Гржибовский, ¹М. А. Горбатова, ³А. Н. Наркевич, ³К. А. Виноградов

¹Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск

²Северо-Восточный федеральный университет, г. Якутск

³Красноярский государственный медицинский университет имени профессора
В. Ф. Войно-Ясенецкого, г. Красноярск

В настоящей работе мы продолжаем рубрику для начинающих исследований по расчету необходимых объемов выборок для применения наиболее часто встречающихся в русскоязычной биомедицинской литературе статистических критериев. Для сравнения количественных данных в парных выборках чаще всего в русскоязычной биомедицинской литературе встречается парный критерий Стьюдента, а для категориальных данных — критерий Мак-Нимара. Как и в наших предыдущих статьях данной рубрики, представлен алгоритм расчета необходимого размера выборки для сравнения средних арифметических в двух независимых группах с помощью программного обеспечения WinPepi и Stata. Также в помощь начинающим исследователям мы составили таблицу минимальных размеров выборки, необходимых для применения парного критерия Стьюдента, чтобы выявить статистически значимые различия в двух парных группах на уровне доверительной вероятности 95% и статистической мощности 80%.

Ключевые слова: морская медицина, размер выборки, среднее арифметическое, парный критерий Стьюдента, статистическая мощность, Stata

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Гржибовский А.М., Горбатова М.А., Наркевич А.Н., Виноградов К.А. Необходимый объем выборки для сравнения средних величин в двух парных группах // *Морская медицина*. 2020. Т. 6, № 4. С. 82–88, <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-4-82-88>.

*Контакт: Гржибовский Андрей Мечиславович, Andrej.Grijibovski@gmail.com

© Grijibovski A.M., Gorbatova M.A., Narkevich A.N., Vinogradov K.A., 2020

REQUIRED SAMPLE SIZE FOR COMPARING MEANS IN TWO PAIRES SAMPLES

¹⁻²Andrej M. Grijibovski, ¹Maria A. Gorbatova, ³Artem N. Narkevich, ³Konstantin A. Vinogradov

¹Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia

²North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia

³Professor V. F. Voyno-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University, Krasnoyarsk, Russia

This paper continues our series of articles for beginners on required sample size for the most common basic statistical tests used in biomedical research. The most common statistical test for comparing means in paired samples is Student's paired t-test. In this paper we present a simple algorithm for calculating required sample size for comparing two means in paired samples. As in our earlier papers we demonstrate how to perform calculations using WinPepi and Stata software. Moreover, we have created a table with calculated minimal sample sizes required for using Student's t-tests for different scenarios with the confidence level of 95% and statistical power of 80%.

Key words: Sample size, mean, paired t-test, statistical power, Stata

Conflict of interest: the authors stated that there is no potential conflict of interest.

For citation: Grijibovski A.M., Gorbatova M.A., Narkevich A.N., Vinogradov K.A. Required sample size for comparing means in two paired samples // *Marine medicine*. 2020. Vol. 6, No. 4. P. 82–88, <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-4-82-88>.

*Contact: Grijibovski Andrej Mechislavovich, Andrej.Grijibovski@gmail.com

Парный критерий Стьюдента (paired t-test) и критерий Мак-Нимара являются наиболее часто встречающимися статистическими критериями для сравнения средних арифметических и долей, соответственно, не только в отечественной, но и в иностранной биомедицинской литературе. В наших более ранних работах серии о размере выборок мы детально представляли алгоритмы расчета для определения минимально необходимого количества участников исследования для проведения корреляционного анализа, сравнения средних арифметических в двух независимых группах, а также для сравнения дихотомических переменных в двух независимых выборках.

Данная статья посвящена парным выборкам, то есть выборкам, которые не являются независимыми. К ситуациям, в которых выборки не являются независимыми, можно отнести исследования типа «до — после», в которых изучаемый признак оценивается до и после вмешательства или просто в два разных момента времени. О независимых выборках нельзя говорить при проведении близнецовых исследований, а также в тех случаях, когда поводится сравнение одного и того же признака несколькими исследователями.

Как и в предыдущих статьях нашей серии, мы не будем останавливаться на том, как «работают» изучаемые статистические критерии, а постараемся дать ответ на вопрос, который задают (или должны задавать) себе практически все исследователи при планировании научной работы: «Сколько человек (лабораторных животных) мне надо включить в выборку, чтобы было достаточно для ответа на поставленные задачи?».

Исследования, в которых используются парные выборки, являются более чувствительными, то есть для выявления статистически значимых различий либо в X единиц на непрерывной шкале измерений, либо в $Y\%$ для долей, потребуется меньшее количество участников исследования, чем в исследовании, в котором используются независимые выборки. Сравнения в парных выборках могут быть частью поперечных исследований [1, с. 46–59], когортных исследований [2, с. 56–64], экспериментальных исследований [3, с. 50–58], а также исследований случай-контроль методом подобранных пар [4, с. 53–60].

Рассмотрим, как рассчитать необходимый размер выборки для определения распростра-

ненности признака в бесконечной совокупности с помощью программы WinPepi [5, с.1]. Программа бесплатна и может быть скачана с адреса: <http://www.brixtonhealth.com/pepi4windows.html>.

При запуске программы появляется стартовое окно (рис. 1), в котором необходимо отметить, как показано стрелкой, раздел «PAIRSetc (analysis of matched observations)».

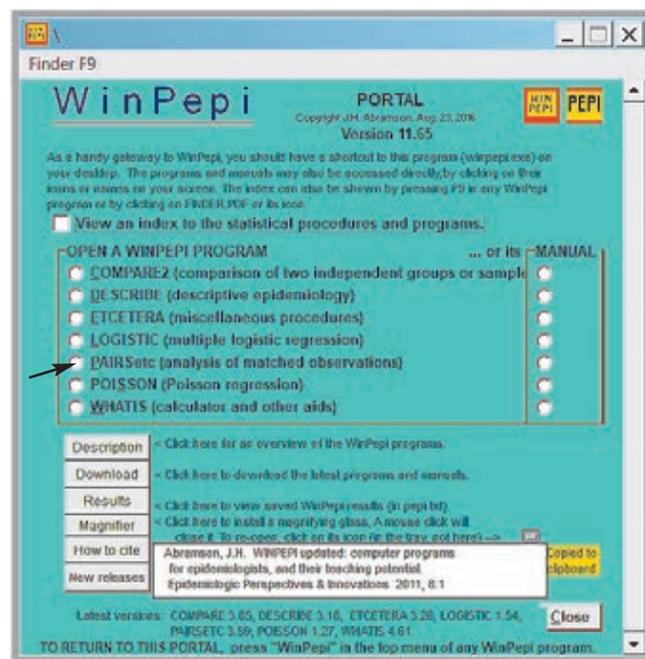


Рис. 1. Стартовое окно программы WinPepi

Fig. 1. WinPepi start menu

После этого появится окно для анализа парных наблюдений (рис. 2), в верхней части которого имеется строка с разделами, из которых необходимо выбрать раздел «Sample size» (размер выборки).

В появившемся окне (рис. 3), в котором желтым выделено «FIRST CLICK ON TOPIC OF STUDY» (сначала выберите тип исследования) надо выбрать пятую сверху строку — «S5: Numerical data: Difference (Paired t-test)» (количественные данные: парный критерий Стьюдента).

После выбора строки «S5» диалоговое окно останется в основном прежним, но появятся ячейки, часть из которых будет заполнена по умолчанию, а в часть необходимо будет ввести данные для расчета (рис. 4).

В данном диалоговом окне (рис. 4) по умолчанию стоит критический уровень значимости 5% и статистическая мощность 80%. Эти уровни обычно считаются общепринятыми в биомедицинских исследованиях, но их можно

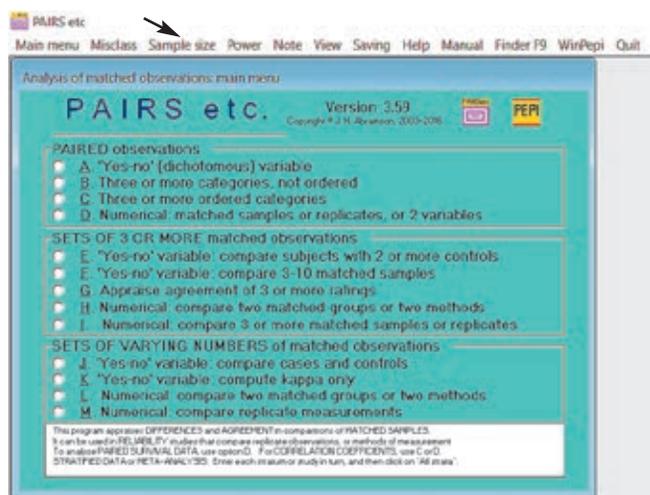


Рис. 2. Окно раздела «Pairs etc.»
Fig. 2. «Pairs etc.» menu in WinPepi software

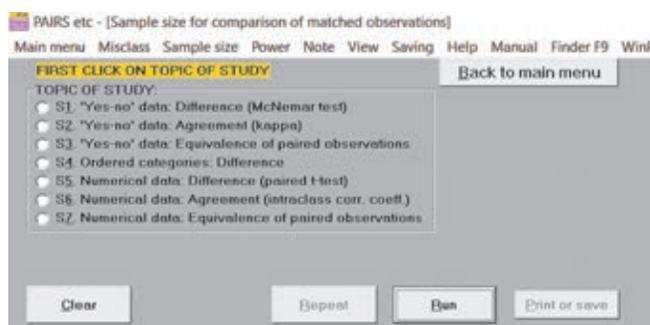


Рис. 3. Диалоговое окно для выбора цели исследования — определения размера выборки для сравнения средних арифметических с помощью парного критерия Стьюдента
Fig. 3. Menu for selecting study aim — sample size calculation for two paired means

менять в зависимости от целей исследования. При планировании научной работы нам необходимо предположить, какие различия между средними будут для нас иметь практическое значение (иметь клиническую важность). Например, если мы планируем сравнить средние значения систолического артериального давления (САД) до и после вмешательства, то нам необходимо знать, какие различия средних значений САД для нас являются важными. Если это, скажем, 5 мм рт.ст, то в ячейку «Difference to be detected» (определяемая разность между средними) вводим число 5. Далее на выбор предлагается ввести либо стандартное отклонение для изучаемой разности, которое мы не знаем, но можем предположить на основании данных литературы и/или проведенных ранее исследований. Если мы не имеем ни малейшего представления о том, какое значение может иметь стандартное от-

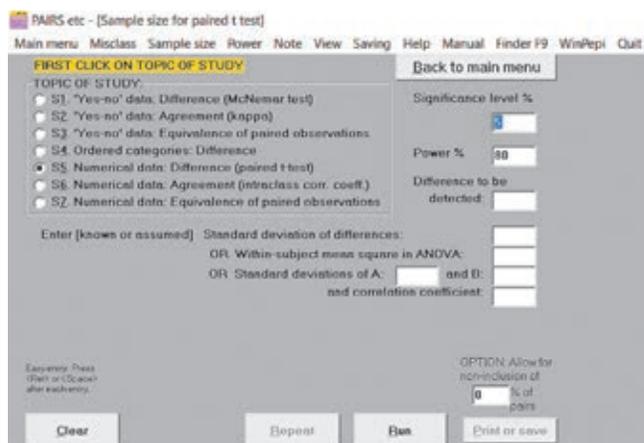


Рис. 4. Диалоговое окно ввода для определения размера выборки для сравнения средних арифметических в двух парных выборках
Fig. 4. Menu for selecting study aim — sample size calculation for comparing two paired means

клонение для разности, программа предлагает два альтернативных варианта, из которых второй проще и понятнее для начинающих исследователей. В нем предлагается ввести значения стандартных (среднеквадратических) отклонений в каждой из групп (Standard deviations in A and B), а также коэффициент корреляции между ними (correlation coefficient). Значения стандартных отклонений можно найти в литературе. Так, например, для САД можно ввести значение 15 мм рт.ст., а для массы тела новорожденных — 500 г. Коэффициент корреляции, однако, придется предположить, опять же на основании либо данных литературы, либо собственных исследований. Для наиболее консервативной оценки размера выборки (выборка будет наибольшей) можно ввести коэффициент корреляции, равный 0.

Для примера рассчитаем минимальный размер выборки, который позволит нам получить статистически значимые различия для разности средних значений САД 5 мм рт.ст., если мы знаем по данным литературы, что стандартное отклонение для САД можно считать равным 15 мм рт.ст. Для наиболее консервативной оценки коэффициент корреляции представим равным 0. Введение данных осуществим, как показано на рис. 5.

Запуск расчетов осуществляется нажатием на кнопку «Run». Программа выдает два ответа — для одностороннего (113 пар) и для двустороннего (144 пары) теста. Под парой подразумеваются измерения одного признака у одного и того же человека в два разных момента

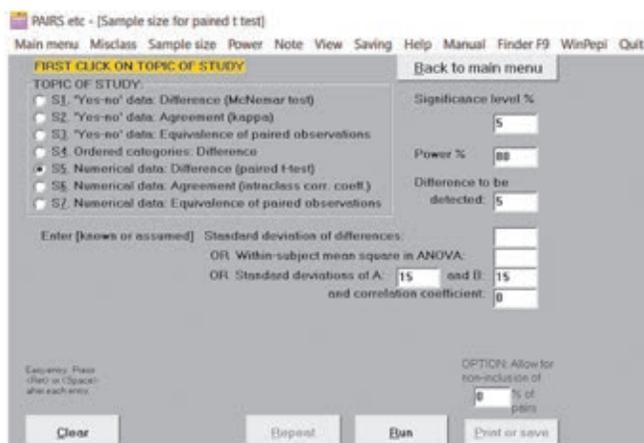


Рис. 5. Диалоговое окно ввода для определения размера выборки для сравнения средних арифметических в двух парных выборках с введенными данными примера. Пояснения в тексте

Fig. 5. Menu for selecting study aim — sample size calculation for comparing two paired means using the data from the example (see text)

времени, например, до и после вмешательства. В подавляющем большинстве случаев следует использовать расчеты для двустороннего теста. Для представленного примера ответ будет звучать следующим образом: для обнаружения различий в 5 мм рт.ст. между средними арифметическими значениями САД до и после вмешательства на уровне доверительной вероятности 95% при статистической мощности 80% размер выборки должен составлять минимум 144 человека. Напомним, что это наиболее консервативная оценка. В реальности можно предположить коэффициент корреляции между измерениями в два момента времени на уровне 0,3–0,4. При введении в соответствующее поле коэффициента корреляции 0,4 размер выборки уже будет не 144, а 87 человек (рис. 6). В программе WinPepi десятичные отделяются точкой, а не запятой.

Интересно отметить, что для решения задачи по определению размера выборки для выявления на тех же уровнях статистической мощности (80%) и доверительной вероятности (95%) таких же различий между средними (5 мм рт.ст.) в независимых выборках с таким же стандартным отклонением (15 мм рт.ст.) потребовалось бы 284 человека (по 142 в каждую из групп).

Каждый новый анализ начинаем с нажатия кнопки «Repeat». Программа дает возможность распечатать или сохранить результаты. Для этого нажимаем кнопку «Print or save».

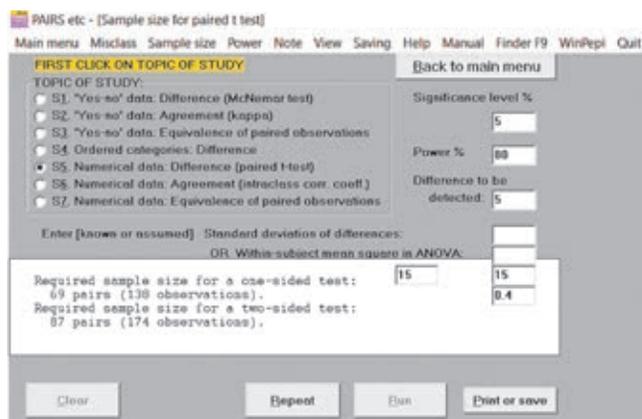


Рис. 6. Результаты расчета размера выборки для примера с коэффициентом корреляции 0,4 между значениями признака в два момента времени на уровне (см. текст)

Fig. 6. Results of sample size calculations for the example with correlation coefficient of 0.4 between the measurements taken at two time points (see text)

Статистический пакет Stata [6, с. 60–63] дает многочисленные опции для расчета как размера выборки для парных наблюдений, так и для ретроспективного расчета статистической мощности. Для примера, представленного выше, достаточно в командной строке записать «**power pairedmeans, altdiff (5) corr (0) sd1(15) sd2(15)**» для наиболее консервативной оценки и «**power pairedmeans, altdiff (5) corr(0.4) sd1(15) sd2(15)**» для оценки с коэффициентом корреляции 0,4 между наблюдениями. Ответ (рис. 7) будет идентичен тому ($n=87$), что дает программа WinPepi (см. рис. 6).

В командной строке Stata можно рассчитать размер выборки для парных выборок для нескольких сценариев одновременно. Например, синтаксис «**power pairedmeans, altdiff (5(1)10) corr(0.4) power(0.8 0.9) sd1(15) sd2 (15) graph**» позволит сгенерировать график, на котором будут отображены необходимые размеры выборки для обнаружения различий между средними в интервале от 5 до 10 мм рт.ст. с шагом 1 мм рт.ст. для тех же значений стандартных отклонений и коэффициента корреляции, но для двух уровней статистической мощности — 80 и 90% (рис. 8). Если слово «graph» в командной строке не указывать, то результаты будут представлены в виде таблицы. График более информативен в плане демонстрации того, что чем меньше различия нас интересуют, тем более крупные выборки нам необходимы.

Для того чтобы облегчить задачу начинающим исследователям, мы составили таблицу

```
. power pairedmeans , altdiff (5) corr(0.4) sd1(15) sd2(15)

Performing iteration ...

Estimated sample size for a two-sample paired-means test
Paired t test
Ho: d = d0 versus Ha: d != d0

Study parameters:

alpha = 0.0500      sd1 = 15.0000
power = 0.8000      sd2 = 15.0000
delta = 0.3043      corr = 0.4000
d0 = 0.0000
da = 5.0000
sd_d = 16.4317

Estimated sample size:
N = 87
```

Рис. 7. Синтаксис и ответ в программе Stata для примера, представленного в тексте

Fig. 7. Syntax and output generated by Stata software for the example presented in the text

(таблица) для необходимого размера выборки для определения различий от 1 до 5 единиц с стандартным отклонением (SD) для разности от 1 до 10 единиц на общепринятом уровне альфа- и бета-ошибок 0,05 и 0,20, соответственно, согласно методике, описанной в работах [7–9] с помощью программы PASS-2000.

Дихотомические переменные (есть признак/нет признака) в парных выборках сравнивают с помощью критерия Мак-Нимара, однако он применяется значительно реже, чем парный критерий Стьюдента, а его расчет несколько сложнее для понимания, так как связан с понятием дискордантных пар, а расчеты чаще проводятся при

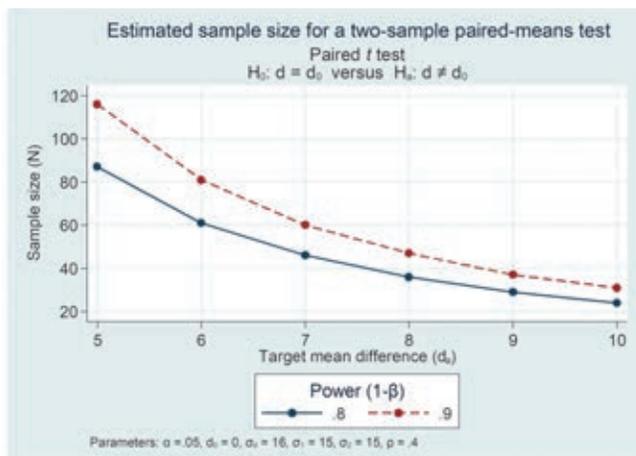


Рис. 8. График, построенный в программе Stata для различных ожидаемых значений разности между средними при двух уровнях статистической мощности. Пояснения в тексте

Fig. 8. Sample size vs. Target mean difference for two levels of statistical power computed using Stata software (see text for details)

планировании исследований «случай-контроль» методом подобранных пар. WinPeri и Stata также позволяют рассчитать необходимый размер выборки для сравнения долей в парных выборках. Детальное описание расчетов представлено в работе D. Machin и соавт. (1997) [8].

Таким образом, в нашей серии, состоящей из четырех статей в журнале «Морская медицина», мы рассмотрели практические аспекты, связанные с расчетом необходимого размера

Необходимый размер выборки для выявления разности между средними значениями от 1 до 5 для значений стандартного отклонения (SD) для разности от 1 до 10 на уровне альфа- и бета-ошибок 0,05 и 0,20, соответственно

Таблица

Table

Required sample size to detect difference between the means in paired samples from 1 to 5 with standard errors from 1 to 5 with 0.05 and 0.20 alpha- and beta errors, respectively

Мощность	N	Разность	SD	Effect size	Alpha	Beta
1	2	3	4	5	6	7
0,80310	10	1,0	1,0	1,000	0,050	0,19690
0,80778	34	1,0	2,0	0,500	0,050	0,19222
0,80230	73	1,0	3,0	0,333	0,050	0,19770
0,80151	128	1,0	4,0	0,250	0,050	0,19849
0,80169	199	1,0	5,0	0,200	0,050	0,19831
0,80071	285	1,0	6,0	0,167	0,050	0,19929
0,80049	387	1,0	7,0	0,143	0,050	0,19951
0,80058	505	1,0	8,0	0,125	0,050	0,19942
0,80001	636	1,0	9,0	0,111	0,050	0,19999
0,80044	786	1,0	10,0	0,100	0,050	0,19956
0,90888	5	2,0	1,0	2,000	0,050	0,09112
0,80310	10	2,0	2,0	1,000	0,050	0,19690

Окончание таблицы						
1	2	3	4	5	6	7
0,80729	20	2,0	3,0	0,667	0,050	0,19271
0,80778	34	2,0	4,0	0,500	0,050	0,19222
0,80779	52	2,0	5,0	0,400	0,050	0,19221
0,80230	73	2,0	6,0	0,333	0,050	0,19770
0,80370	99	2,0	7,0	0,286	0,050	0,19630
0,80151	128	2,0	8,0	0,250	0,050	0,19849
0,80032	161	2,0	9,0	0,222	0,050	0,19968
0,80169	199	2,0	10,0	0,200	0,050	0,19831
0,96700	4	3,0	1,0	3,000	0,050	0,03300
0,83253	6	3,0	2,0	1,500	0,050	0,16747
0,80310	10	3,0	3,0	1,000	0,050	0,19690
0,80056	16	3,0	4,0	0,750	0,050	0,19944
0,80367	24	3,0	5,0	0,600	0,050	0,19633
0,80778	34	3,0	6,0	0,500	0,050	0,19222
0,80282	45	3,0	7,0	0,429	0,050	0,19718
0,80165	58	3,0	8,0	0,375	0,050	0,19835
0,80230	73	3,0	9,0	0,333	0,050	0,19770
0,80379	90	3,0	10,0	0,300	0,050	0,19621
0,90849	3	4,0	1,0	4,000	0,050	0,09151
0,90888	5	4,0	2,0	2,000	0,050	0,09112
0,83437	7	4,0	3,0	1,333	0,050	0,16563
0,80310	10	4,0	4,0	1,000	0,050	0,19690
0,82131	15	4,0	5,0	0,800	0,050	0,17869
0,80729	20	4,0	6,0	0,667	0,050	0,19271
0,81542	27	4,0	7,0	0,571	0,050	0,18458
0,80778	34	4,0	8,0	0,500	0,050	0,19222
0,80298	42	4,0	9,0	0,444	0,050	0,19702
0,80779	52	4,0	10,0	0,400	0,050	0,19221
0,97546	3	5,0	1,0	5,000	0,050	0,02454
0,89861	4	5,0	2,0	2,500	0,050	0,10139
0,89877	6	5,0	3,0	1,667	0,050	0,10123
0,85644	8	5,0	4,0	1,250	0,050	0,14356
0,80310	10	5,0	5,0	1,000	0,050	0,19690
0,82156	14	5,0	6,0	0,833	0,050	0,17844
0,81479	18	5,0	7,0	0,714	0,050	0,18521
0,81711	23	5,0	8,0	0,625	0,050	0,18289
0,80889	28	5,0	9,0	0,556	0,050	0,19111
0,80778	34	5,0	10,0	0,500	0,050	0,19222

выборки для корреляционного анализа, сравнения средних значений в независимых выборках, сравнения долей в независимых выборках, а также сравнения средних в парных выборках, то есть для наиболее встречающихся в отечественной биомедицинской литературе статистических критериев. Этот набор практических навыков позволит начинающим исследователям в планировании своих первых научных работ, а также поможет критически оценивать публи-

кации на предмет достаточности выборки для ответа на поставленные задачи. Планирование исследований, предназначенных для ответов на несколько научных вопросов, а также исследований с большим количеством переменных, анализируемых с помощью многомерных методов статистики, требует более совершенных методов расчета размера выборки, о которых мы постараемся рассказать в наших последующих публикациях.

Литература / References

1. Холматова К.К., Горбатова М.А., Харьковская О.А., Гржибовский А.М. Поперечные исследования: планирование, размер выборки, анализ данных // *Экология человека*. 2016. № 2. С. 49–56. [Kholmatova K.K., Gorbatova M.A., Kharkova O.A., Grjibovski A.M. Cross-sections studies: planning, sample size, data analysis. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*, 2016, No. 2, pp. 49–56 (In Russ.)]. doi: 10.33396/1728-0869-2016-2-49-56.
2. Холматова К.К., Харьковская О.А., Гржибовский А.М. Особенности применения когортных исследований в медицине и общественном здравоохранении // *Экология человека*. 2016. № 4. С. 56–64. [Kholmatova K.K., Kharkova O.A., Grjibovski A.M. Cohort studies in medicine and public health. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*, 2016, No. 4, pp. 56–64 (In Russ.)]. doi: 10.33396/1728-0869-2016-4-56-64.
3. Холматова К.К., Харьковская О.А., Гржибовский А.М. Экспериментальные исследования в медицине и здравоохранении: планирование, обработка данных, интерпретация результатов // *Экология человека*. 2016. № 11. С. 50–58 [Kholmatova K.K., Kharkova O.A., Grjibovski A.M. Experimental studies in medicine and public health: planning, data analysis and interpretation of results. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*, 2016, No. 11, pp. 50–58. (In Russ.)]. doi: 10.33396/1728-0869-2016-11-50-58.
4. Холматова К.К., Гржибовский А.М. Применение исследований «случай-контроль» в медицине и общественном здравоохранении // *Экология человека*. 2016. № 8. С. 53–60. [Kholmatova K.K., Grjibovski A.M. Case-control studies in medicine and public health. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*, 2016, No. 8, pp. 53–60 (In Russ.)]. doi: 10.33396/1728-0869-2016-8-53-60.
5. Abramson J.H. WINPEPI updated: computer programs for epidemiologists, and their teaching potential // *Epidemiologic Perspectives & Innovations*. 2011. No. 8. P. 1.
6. Унгурияну Т.Н., Гржибовский А.М. Программное обеспечение для статистической обработки данных STATA: введение // *Экология человека*. 2014. № 1. С. 60–63. [Unguryanu T.N., Grjibovski A.M. Introduction to Stata software for statistical data analysis. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*, 2014, No. 1, pp. 60–63 (In Russ.)]. doi: 10.33396/1728-0869-2014-1-60-63.
7. Chow S.C., Shao J., Wang H., Lakhnygina Y. *Sample Size Calculations in Clinical Research*, 3rd ed. Taylor & Francis/CRC. Boca Raton, Florida, 2018.
8. Machin D., Campbell M., Fayers P., Pinol A. *Sample Size Tables for Clinical Studies*, 2nd ed. Blackwell Science. Malden, MA., 1997.
9. Zar J.H. *Biostatistical Analysis*. 2nd ed. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, New Jersey, 1984.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 04.12.2020 г.

Авторство:

Все авторы внесли существенный вклад в планирование работы, проведение анализа и представление результатов, равнозначно участвовали в подготовке первого варианта статьи, а также на всех этапах ее доработки. Все авторы утвердили окончательную версию рукописи.

Сведения об авторах:

Гржибовский Андрей Мечиславович — доктор медицины, заведующий ЦНИЛ Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Северный государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 163000, г. Архангельск, Троицкий проспект, д. 51; профессор кафедры общественного здоровья, здравоохранения, общей гигиены и биоэтики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К.Аммосова»; 677000, Республика Саха (Якутия), г. Якутск, ул. Белинского, д. 58; e-mail: Andrej.Grijibovski@gmail.com; ORCID 0000-0002-5464-0498; SPIN: 5118-0081;

Горбатова Мария Александровна — кандидат медицинских наук, доцент, магистр общественного здоровья, доцент кафедры стоматологии детского возраста Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Северный государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 163000, г. Архангельск, Троицкий проспект, д. 51; e-mail: marigora@mail.ru; ORCID 0000-0002-6363-9595, SPIN 7732-0755;

Наркевич Артем Николаевич — кандидат медицинских наук, доцент, декан медико-психолого-фармацевтического факультета, заведующий кафедрой медицинской кибернетики и информатики, заведующий лабораторией медицинской кибернетики и управления в здравоохранении Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф.Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 1; e-mail: narkevichart@gmail.com; ORCID 0000-0002-1489-5058, SPIN 9030-1493;

Виноградов Константин Анатольевич — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой общественного здоровья и здравоохранения Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф.Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 1; e-mail: vinogradov16@yandex.ru; ORCID 0000-0001-6224-5618, SPIN 6924-0110.

УДК 359.6

<http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-4-89-88>

© Архиповский В.Л., Спиридонов А.В., Казакевич Е.В., 2020 г.

О МЕДИЦИНСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ УНИКАЛЬНОЙ АРКТИЧЕСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ ЛЕДОКОЛА «КАПИТАН ДРАНИЦЫН»

*В. Л. Архиповский**, *А. В. Спиридонов*, *Е. В. Казакевич*

Северный медицинский клинический центр им. Н. А. Семашко Федерального медико-биологического агентства, г. Архангельск, Россия

В статье представлены сведения о международном проекте MOSAiC, крупнейшей за последние годы полярной экспедиции, направленной на изучение климата в Арктике. В центре проекта — научно-исследовательский ледокол «Полярная звезда» (Polarstern, Германия), который дрейфовал вместе с морским льдом через центральную Арктику в течение 2019–2020 гг. Судно «Polarstern» стало центральной обсерваторией для атмосферных, ледовых, снежных, океанографических, экологических и биогеохимических исследований. В обеспечении экспедиции принял участие российский ледокол «Капитан Драницын», который совершил два арктических рейса по доставке людей и различных грузов к судну «Polarstern». Дизель-электрический ледокол «Капитан Драницын» поставил мировой рекорд в северных широтах, впервые самостоятельно достигнув 88°28,4′ северной широты (самая высокая точка, дата достижения — 26 февраля 2020 г.). Медицинское сопровождение арктических рейсов ледокола обеспечил судовой врач ФГБУЗ СМКЦ им. Н.А.Семашко ФМБА России. В статье представлен опыт работы судового врача по оказанию медицинской помощи членам экипажа и экспедиции в экстремальных условиях Арктики.

Ключевые слова: морская медицина, Арктика, полярная экспедиция MOSAiC, научно-исследовательский ледокол «Полярная звезда», ледокол «Капитан Драницын», судовой врач, оказание медицинской помощи на борту судна

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Архиповский В.Л., Спиридонов А.В., Казакевич Е.В. О медицинском обеспечении уникальной арктической экспедиции ледокола «Капитан Драницын» // *Морская медицина*. 2020. Т. 6, № 4. С. 89–00, <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-4-89-88>.

*Контакт: Архиповский Вадим Леонардович, arhvadim@nmcs.ru

© Arkhipovsky V.L., Spiridonov A.V., Kazakevich E.V., 2020

ABOUT MEDICAL SUPPORT OF A UNIQUE ARCTIC EXPEDITION OF THE «CAPTAIN DRANITSYN» ICEBREAKER

*Vadim L. Arkhipovsky**, *Aleksandr V. Spiridonov*, *Elena V. Kazakevich*

Northern Medical Clinical Center named. N. A. Semashko Federal Medical-Biological Agency, Arkhangelsk, Russia

The article presents information about the international project MOSAiC, the largest polar expedition in recent years aimed at studying climate in the Arctic. At the center of the project is the Polar Star research icebreaker (Polarstern, Germany), which drifted along with sea ice through the Central Arctic from 2019 to 2020. The Polarstern has become the central observatory for atmospheric, ice, snow, oceanographic, environmental and biogeochemical studies. The Russian icebreaker Kapitan Dranitsyn took part in providing the expedition, which made 2 Arctic voyages to deliver people and various cargoes to the Polarstern ship. The diesel-electric icebreaker Kapitan Dranitsyn set a world record in the northern latitudes, for the first time independently reaching 88°28,4′ north latitude (the highest point, date of achievement — February 26, 2020). Medical support for the Arctic icebreaker's flights was provided by the ship's doctor FGBUZ SMKTS im. N.A.Semashko FMBA of Russia. The article presents the experience of the ship's doctor in providing medical assistance to crew members and expeditions in extreme conditions of the Arctic.

Key words: marine medicine, Arctic, MOSAiC polar expedition, «Polar Star» research icebreaker, «Captain Dranitsyn» icebreaker, ship's doctor, medical assistance on board the vessel

Conflict of interest: authors declared no conflict of interest.

For citation: Arkhipovsky V.L., Spiridonov A.V., Kazakevich E.V. About medical support of a unique arctic expedition of the «Captain Dranitsyn» icebreaker // *Marine medicine*. 2020. Vol. 6, No. 4. P. 89–00, <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-4-89-88>.

*Contact: Arkhipovsky Vadim Leonardovich, arhvadim@nmcs.ru

В последние годы расширяется международное сотрудничество в Арктике. Проект MOSAiC — международная многопрофильная дрейфующая обсерватория по изучению климата Арктики стала первой круглогодичной экспедицией, изучающей арктическую климатическую систему. MOSAiC является крупнейшей арктической экспедицией, самой дорогостоящей и продолжительной. В ней приняли участие около 600 ученых и специалистов из 19 стран, включая Россию, Германию, Канаду, Китай, США, Норвегию и другие. MOSAiC — английская аббревиатура, расшифровывается как Междисциплинарная дрейфующая обсерватория для изучения климата Арктики (Multidisciplinary drifting Observatory for the Study of Arctic Climate)¹.

Цель проекта MOSAiC — исследование изменений климата во всех его проявлениях, в частности, глобального потепления, которое в Арктике проявляется сильнее всего. В Арктике глобальное потепление идет в 4,5 раза быстрее, чем в других регионах земного шара. Проект был разработан международным консорциумом ведущих полярных исследовательских институтов под эгидой Международного арктического научного комитета (IASC) под руководством Института Альфреда Вегенера — Центра полярных и морских исследований Гельмгольца (AWI) при участии Арктического и антарктического научно-исследовательского института (ФГБУ ААНИИ Росгидромета), Университета Колорадо и Кооперативного института исследований в области наук об окружающей среде (CIRES). Резкие изменения в климатической системе Арктики и быстрое отступление арктического морского льда сильно влияют на глобальный климат. Неспособность современных климатических моделей воспроизводить изменение климата в Арктике является одной из самых насущных проблем в понимании и прогнозировании глобального изменения климата. В результате актуальность круглогодичных наблюдений за ключевыми

климатическими процессами в центральной Арктике была подчеркнута всеми основными исследовательскими инициативами, включая IPCC. В центре внимания MOSAiC лежат прямые наблюдения климатических процессов, которые объединяют атмосферу, океан, морской лед, биогеохимию и экосистему.

В центре крупнейшей в мировой истории полярной экспедиции — научно-исследовательский ледокол «Полярная звезда» (Polarstern, Германия), который дрейфовал вместе с морским льдом через центральную Арктику в течение 2019–2020 г. Около судна Polarstern был разбит лагерь с сетью наблюдательных площадок на расстоянии до 50 км от судна. Судно и окружающая его сеть дрейфовала с естественным дрейфом льда через околополюсную область к Атлантике. «Polarstern» стал центральной обсерваторией для атмосферных, ледовых, снежных, океанографических, экологических и биогеохимических измерений и экспериментов. Полученные в проекте данные помогут усовершенствовать модели полярной атмосферы и океана и улучшить прогнозы погоды высокого разрешения в Арктике.

В экспедиции также приняли участие ледоколы обеспечения из России, Швеции и Китая для доставки грузов и людей. Так, дизель — электрический ледокол «Капитан Драницын» Мурманского филиала ФГУП Росморпорт (Россия) выполнил два арктических рейса (капитан — А. А. Ерпулёв, численность экипажа — 51 человек). Первый рейс ледокол совершил в период с 27.11.2019 г. по 04.01.2020 г. Ледокол успешно преодолел 2166 морских миль и осуществил обеспечение осеннего этапа экспедиции MOSAiC, координаты дрейфа которой были 86 градусов северной широты. На борту ледокола было 100 человек, из числа членов международной экспедиции.

Второй рейс был выполнен в период с 03.02.2020 г. по 31.03.2020 г. Ледокол «Капитан Драницын» отправился в рейс 3 февраля из норвежского порта Тромсё. Маршрут проле-

¹ Официальный сайт экспедиции MOSAiC. Режим доступа <https://www.mosaic-expedition.org/expedition/ice-camp/> (дата обращения: 21.05.2020).



Фото 1. Ледокол «Капитан Драницын» в высоких широтах Арктики

Photo 1. Icebreaker «Captain Dranitsyn» in the high latitudes of the Arctic

гал через Баренцево море и Северный Ледовитый океан в сложнейших погодных условиях. Температура воздуха опускалась до минус 48° С. Многолетние льды, торосистость, а также сильное сжатие затрудняли движение судна. Периодически приходилось выжидать улучшения ветра и ледовых условий, перестраивать оптимальный безопасный маршрут, обходить тяжелые ледовые участки. В такие дни «Капитан Драницын» проходил менее 20 миль — расстояние, которое он обычно проходит за пару часов. Если в начале своего пути ледокол «Капитан Драницын» использовал 50% мощности, то при подходе к научному лагерю двигатели работали на полную мощность. Маршрут движения судна корректировался с учетом оперативной ледовой обстановки, полученной со спутника и обработанной российским Арктическим и антарктическим научно-исследовательским институтом (ФГБУ «АНИИ» Росгидромета). 28 февраля 2020 г. ледокол «Капитан Драницын» прибыл к местоположению замороженного во льды дрейфующего научно-исследовательского ледокола Polarstern. Ледокол доставил сменных специалистов-полярников и членов экипажа для научного судна, а также 43 тонны необходимого оборудования, снабжения и продовольствия.

В результате экспедиции дизель-электрический ледокол «Капитан Драницын» поставил мировой рекорд в северных широтах, впервые самостоятельно достигнув 88°28,4' северной широты (самая высокая точка, дата достижения — 26 февраля 2020 г.).

По окончании рейса ледокол доставил на «большую землю» результаты научных исследований, образцы фауны и флоры арктических морей, а также полярный лед в специальных термоконтейнерах. Полученная в ходе MOSAiC информация поможет проанализировать региональные и глобальные последствия изменения климата Арктики¹.



Фото 2. Момент передачи грузов с ледокола «Капитан Драницын» на научно-исследовательский ледокол «Polarstern»

Photo 2. The moment of transfer of cargo from the icebreaker «Captain Dranitsyn» to the research icebreaker «Polarstern»

Особенностями этих арктических рейсов были сложные климатогеографические условия: сильный ветер до 30 м/с, низкая температура воздуха (до минус 48 градусов по Цельсию), полярная ночь, мощная вибрация от тяжелого льда, толщиной от 1,5 до 2,5 м, а с торосами — до 6 метров. Экипаж ледокола героически преодолел экстремальные нагрузки.

Практический опыт работы экипажа ледокола «Капитан Драницын» в сложных навигационных и метеорологических условиях будет применим и в дальнейшем. Минприроды России планирует участие судна в другой научной экспедиции — «Северный Полюс 2020», которая стартует во второй половине 2020 г. Ледокол будет заморожен в многолетний лед в районе Северного полюса для обеспечения исследований Арктического региона.

В составе экипажа ледокола «Капитан Драницын» находился судовой врач А. В. Спиридонов (ФГБУЗ СМКЦ им. Н. А. Семашко ФМБА России, г. Архангельск), который обеспечивал медицинское обслуживание экипажа и членов экспедиции в обоих рейсах в рамках

¹ Официальный сайт EurAsia Daily. Режим доступа: <https://eadaily.com/ru/news/2020/03/05/v-arktike-ledokol-kapitan-dranitsyn-probilsya-cherez-ldy-k-sudnu-polarstern> (дата обращения: 21.05.2020).

государственного задания¹. Судовые врачи ФГБУЗ СМКЦ им. Н. А. Семашко ФМБА России имеют соответствующую квалификацию, морскую подготовку, а также многолетний опыт работы на судах морского и рыбопромыслового флотов, в том числе на трассах Северного морского пути [1, с. 9].

На ледоколе для оказания медицинской помощи имеются специально выделенные помещения: судовая медицинская амбулатория, изолятор, которые расположены рядом с выходом на вертолётную площадку ледокола. Это важно для экстренной эвакуации больных или пострадавших с борта судна. Ледокол находился в высоких широтах (свыше 88 град. северной широты) и проведение экстренной эвакуации было бы крайне затруднительно. Ближайший аэропорт от ледокола находился на острове Шпицберген и в этих случаях спасательным вертолётам не хватило бы топлива, чтобы эвакуировать больного с борта ледокола. На эти случаи была предусмотрена эвакуация с использованием специальных арктических самолётов.

Необходимый запас лекарственных препаратов (326 наименований), изделий медицинского назначения (145 наименований), медицинского инструментария и оборудования (91 наименование), был сформирован по заявке судового врача до начала экспедиции. Заявка на медикаменты формировалась с учетом численности экипажа, членов экспедиции на борту судна, длительности арктической экспедиции.

Судовая аптека не была укомплектована сильными обезболивающими препаратами, такими как морфин, промедол (наркотические анальгетики), трамадол (опиоидный ненаркотический анальгетик) для внутримышечного и внутривенного введения. В настоящее время в Российской Федерации получить наркотические анальгетики на судно невозможно. Это об-

условлено отсутствием нормативно-правового регулирования использования данных препаратов на борту судна [2, с. 23]. Требуется соответствующая документация и различные согласования для провоза наркотических анальгетиков через границу России. Тем не менее в длительных арктических рейсах в судовой медицинской амбулатории необходимо обязательно иметь наркотические анальгетики для купирования болевого синдрома при остром коронарном синдроме, тяжелых травмах (переломы) и других заболеваниях. Имеющихся на ледоколе обезболивающих средств, таких как кеторол, анальгин, диклофенак, недостаточно для адекватного обезболивания в вышеуказанных ситуациях.

Основными задачами судового врача в рейсе были:

- амбулаторный прием членов экипажа и членов международной экспедиции;
- оказание неотложной помощи в любое время суток;
- разработка комплекса лечебно-оздоровительных мероприятий для членов экипажа, направленных на повышение сопротивляемости организма в условиях Арктики;
- наблюдение диспансерных больных в течение всей экспедиции;
- проведение профилактических медицинских осмотров членов экипажа не реже 1 раза в месяц;
- проведение медицинского контроля за членами экипажа, которые занимались физической культурой;
- контроль санитарного состояния судовых помещений, систем водоснабжения и вентиляции;
- контроль качества приготовленной пищи (ведение бракеражного журнала, снятие пробы, участие в составлении меню), продуктов питания и питьевой воды, а также условий их хранения);

¹ Постановление Правительства Российской Федерации от 26 декабря 2014 г. № 1540 «Об особенностях организации и финансового обеспечения оказания медицинской помощи, в том числе предоставления дополнительных видов и объемов медицинской помощи, предусмотренных законодательством Российской Федерации, населению закрытых административно-территориальных образований, территорий с опасными для здоровья человека физическими, химическими и биологическими факторами, включенных в соответствующий перечень, работникам организаций, включенных в перечень организаций отдельных отраслей промышленности с особо опасными условиями труда». Доступ: <http://base.garant.ru/70835798/> (дата обращения: 21.05.2020). [Decree of the Government of the Russian Federation of December 26, 2014 No. 1540 «On the specifics of the organization and financial support for the provision of medical care, including the provision of additional types and volumes of medical care provided for by the legislation of the Russian Federation, to the population of closed administrative-territorial formations, territories with dangerous human health by physical, chemical and biological factors included in the corresponding list, to employees of organizations included in the list of organizations of certain industries with particularly hazardous working conditions» (In Russ.)].

— проведение занятий с экипажем по оказанию первой медицинской помощи при различных травмах и повреждениях.



Фото 3. Судовой врач А.В.Спиридонов в амбулатории ледокола «Капитан Драницын»

Photo 3. Ship doctor A.V.Spiridonov in the dispensary of the icebreaker «Captain Dranitsyn»

За период работы к судовому врачу за медицинской помощью обратились первично 73 человека из экипажа (повторно — 237 человек), из международной экспедиции первично обратилось 9 человек (повторно — 30 человек). Всем пациентам была оказана необходимая медицинская квалифицированная помощь. В структуре заболеваний по обращениям: на первом месте — болезни органов дыхания (ОРВИ, ОРЗ — 27 обращений), на втором месте — болезни костно-мышечной системы (артриты, артрозы, миозиты, остеохондрозы — 10 обращений), на третьем месте — болезни кожи и подкожной клетчатки (аллергические и контактные дерматиты, фурункулы — 10 обращений). Наиболее часто встречающейся патологией были простудные заболевания, неврологические проявления ос-

теохондроза. Это обусловлено спецификой работы людей в суровых климатических условиях Арктики [3, с. 49].

За медицинской помощью в иностранный порт (п. Тромсё, Норвегия) было одно обращение за стоматологической помощью. 04.01.2020 г. за 10 часов до прихода в п. Тромсё в судовую амбулаторию ледокола обратился моряк Н., 45 лет, электрик-моторист, с жалобами на сильную зубную боль, припухлость левой щеки. Предварительный диагноз: острый апикальный периодонтит в области зуба № 24. Проводилось консервативное лечение: антибактериальная терапия (амоксиклав в таблетках 875/125 мг 2 раза в сутки), симптоматическое лечение (ибупрофен в таблетках 400 мг 2 раза в сутки). Эффекта от лечения не было: зубная боль усилилась, увеличился отек щеки. Принято решение о консультации пациента врачом-стоматологом клиники в порту Тромсё (Норвегия). 05.01.2020 г. в 15:30 пациенту была оказана стоматологическая помощь — произведена экстракция зуба № 24. В дальнейшем моряк наблюдался в судовой амбулатории до выздоровления и продолжил работу на ледоколе.

Таким образом, оказание квалифицированной медицинской помощи на ледоколе требовало от судового врача многопрофильной профессиональной подготовки, морской практики, знаний психологии, высокой работоспособности и личной ответственности. Важное значение имело также оснащение судовой амбулатории медицинским оборудованием, лекарственными препаратами, расходными материалами в связи с большой удаленностью ледокола от береговых медицинских организаций. Кроме того, судовой врач получил бесценный опыт и необходимые профессиональные навыки оказания медицинской помощи работающим в экстремальных условиях Арктики.

Литература/References

1. Казакевич Е.В., Архиповский В.Л., Серeda А.П., Абакумов А.А. Особенности организации медицинской помощи морякам в условиях Арктики // *Медицина экстремальных ситуаций*. 2017. № 4. С. 9. [Kazakevich E.V., Arkhipovsky V.L., Sereda A.P., Abakumov A.A. Features of the organization of medical care for sailors in the Arctic. *Medicine of extreme situations*, 2017, No. 4, p. 9 (In Russ.)].
2. Алексеенко В.Д., Симонова Н.Н., Зуева Т.Н. Влияние производственных факторов на состояние здоровья работников нефтедобычи при вахтовой организации труда в Заполярье // *Экология человека*. 2009. № 6. С. 49. [Aleksenko V.D., Simonova N.N., Zueva T.N. Influence of production factors on the state of health of oil production workers in the shift organization of labor in the Arctic. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*, 2009, No. 6, p. 49 (In Russ.)].

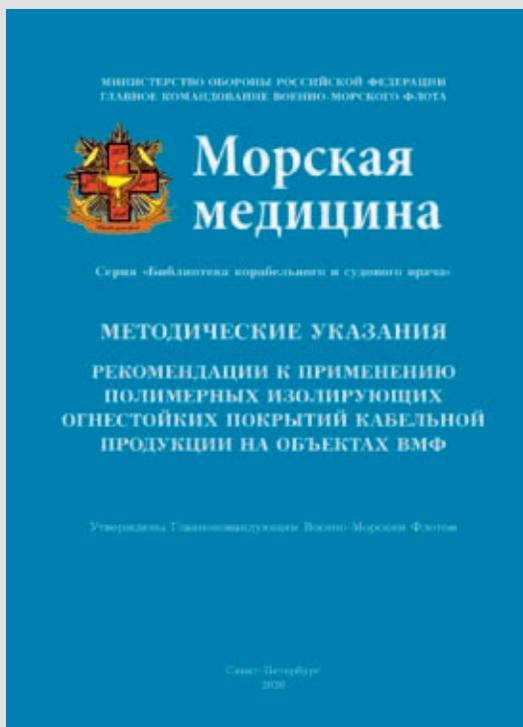
Поступила в редакцию/Received by the Editor: 10.08.2020 г.

Сведения об авторах:

Архиповский Вадим Леонардович — кандидат медицинских наук, заведующий поликлиникой Федерального государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Северный медицинский клинический центр им. Н.А.Семашко Федерального медико-биологического агентства»; 163000, г. Архангельск, набережная Северной Двины, д. 66; e-mail: arhvadim@nmcs.ru;

Спиридонов Александр Вильямович — судовой врач Федерального государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Северный медицинский клинический центр им. Н.А.Семашко Федерального медико-биологического агентства»; 163000, г. Архангельск, набережная Северной Двины, д. 66; e-mail: alex1659@bk.ru;

Казакевич Елена Владимировна — доктор медицинских наук, профессор, директор Федерального государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Северный медицинский клинический центр им. Н.А.Семашко Федерального медико-биологического агентства»; 163000, г. Архангельск, пр. Троицкий, д. 115; e-mail: evkazakevich@nmcs.ru.



Документ разработан при участии ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия имени Адмирала Флота Советского Союза Н. Г. Кузнецова»; Медицинской службы Главного командования ВМФ; ФГКУ 736 Главный центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора (специального назначения) Министерства обороны Российской Федерации; ФГКУ 988 Центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора Министерства обороны Российской Федерации; ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации.

Более подробная информация и приобретение:
ООО «Балтийский медицинский образовательный центр», тел. +7 (812) 956-92-55

СРЕДНЕ-НЕВСКИЙ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД — ВЕРФЬ БУДУЩЕГО

Средне-Невский судостроительный завод (входит в АО «Объединенная судостроительная корпорация») — одно из ведущих предприятий судостроительной отрасли России, лидер отечественного композитного судостроения. Основанный в Петербурге в 1912 г. на берегу Невы, за сто лет своей истории завод превратился в крупное современное высокотехнологичное предприятие, со стапелей которого было спущено более 600 кораблей и судов по 47 проектам для отечественного флота и нужд иностранных заказчиков.

Оборонный заказ

СНСЗ является лидером композитного судостроения в России и одним из ведущих строителей кораблей противоминной обороны на мировом рынке. Сегодня на производственных мощностях Средне-Невского судостроительного завода развернуто серийное строительство кораблей проекта 12700 «Александрит». Это не просто корабли, осуществляющие траление мин, а многофункциональные высокотехнологичные платформы, способные совмещать функции как тральщика, так и минного охотника.

Отличительной особенностью проекта «Александрит» является корпус — это стеклопластиковый монолит, сформированный по современной технологии изготовления методом вакуумной инфузии. Масса такого корпуса значительно ниже по сравнению с металлическим, что позволяет снизить расход топлива. При этом значительно увеличивается его прочность. Такому корпусу не страшна коррозия, а срок службы при соблюдении норм эксплуатации практически неограничен.

Главной заказ — корабль «Александр Обухов» — предприятие сдало в 2016 году. В конце 2018 г. в городе Балтийске состоялась церемония передачи первого серийного корабля линейки проекта 12700, тральщика «Иван Антонов». В декабре 2019 г. состоялась передача ВМФ РФ второго серийного корабля «Владимир Емельянов». В данный момент на заводе в разной степени готовности находятся еще 4 корабля проекта «Александрит». На сегодняшний день между АО «СНСЗ» и МО РФ подписаны контракты на строительство семи кораблей проекта 12700 с финансированием до 2022 года. Планируется, что завод будет строить и сдавать заказчику два противоминных корабля в год.

Гражданский флот будущего

Наравне с выполнением государственного оборонного заказа СНСЗ ведет активную работу по развитию своих компетенций в области гражданского судостроения. Предприятие завершило строительство и передало заказчику три многоцелевых катера проекта Р1650 «Рондо». Это судно предназначено для выполнения задач патрульно-инспекционной службы, несения дежурства в назначенных районах, доставки и снятия спецперсонала с судов, подлежащих досмотру, перевозки групп персонала, грузов, спасения людей в районах несения дежурств. Р1650 «Рондо» — универсальный проект, обладающий множеством вариантов применения и широкими возможностями для модификации под любые задачи.

Пассажирский катамаран проекта 23290 — яркий пример применения компетенций работы с композитными материалами в гражданском судостроении. Судно проекта 23290 предназначено для пассажирских перевозок на дистанции до 1000 км по внутренним водоемам и прибрежным районам морей. Пассажировместимость катамарана — 150 человек. В минувшем году опытное судно линейки проекта 23290 — пассажирский катамаран «Грифон» — уже второй сезон подряд работает на одной из скоростных линий Санкт-Петербурга, получив множество положительных отзывов как от пассажиров, так и от судоводителей. Образ скоростного судна с современным, запоминающимся дизайном, стремительно ворвавшийся в привычные панорамы Невы, не оставил равнодушным никого. Сейчас Средне-Невский судостроительный завод ведет переговоры с потенциальными заказчиками о строительстве серии судов проекта 23290 и его модификаций. Свой интерес к инновационному пассажирскому катамарану проявили не только отечественные туроператоры и судовладельцы, но и перевозчики из Кубы и Греции.

Еще одной перспективной разработкой Средне-Невского судостроительного завода является пассажирский теплоход проекта А45–90.2. Он представляет собой однокорпусное судно с тремя пассажирскими палубами, рестораном, прогулочной палубой и рулевой рубкой, расположенной в носовой части, с кормовым расположением машинного отделения, трехвальной дизельной энергетической установкой.

Судно предназначено для перевозки 250 пассажиров в комфортабельных каютах на маршрутах протяженностью до 5000 км. В отличие от теплоходов предыдущих поколений, судно отвечает современным требованиям к комфорту размещения пассажиров и членов экипажа, уровню отделки жилых помещений и безопасности. На судне предполагается организация групп кают нескольких классов: стандарт, полулюкс, люкс – и кают для пассажиров с ограниченными возможностями. 14 апреля 2020 г. Средне-Невский судостроительный завод заключил контракт с ПАО «Государственная транспортная лизинговая компания» на строительство двух пассажирских судов класса «река-море» проекта А45–90.2 для Красноярского края. Построенные СНСЗ суда будут работать на социально значимом маршруте «Красноярск – Дудинка – Красноярск» на реке Енисей. Закладка первого теплохода произойдет в июле 2020 года.

Новые горизонты СНСЗ

Средне-Невский судостроительный завод продолжает расширять область своих компетенций и применяет свой инновационный опыт в несвойственных областях. В 2018 г. предприятие открыло для себя совершенно новый вид деятельности – завод активно включился в работы над проектом госкорпорации «Росатом». Речь идет о создании совершенно новой отрасли в России – строительстве системы ветроэлектростанций. В рамках этого проекта Средне-Невский судостроительный завод занимается изготовлением обтекателей и гондол для будущих ветроэнергетических установок. Для их создания предприятие применяет свои самые совершенные технологии и многолетний опыт работы с композитными материалами.

Создание инновационной продукции невозможно без обновления основных производственных мощностей. Начиная с 2014 г. на Средне-Невском судостроительном заводе реализуется программа глубокой модернизации, которая завершается в текущем году. Работы по модернизации были развернуты практически на всех стратегических объектах завода, благодаря чему производственную мощность предприятия удалось увеличить более чем втрое. Модернизация коснулась всех цехов, складских помещений, станкового парка, а также судового спускоподъемного устройства, которое многие годы было «узким местом» в производственной цепочке завода. После мо-

дернизации современный спускоподъемный судовый комплекс позволил заводу строить и спускать на воду корабли и суда длиной до 110 м, шириной до 16 м, осадкой до 4,5 м и спусковым весом до 2700 тонн.

Основополагающий принцип, который соблюдается на Средне-Невском судостроительном заводе в процессе организации работ, – это принцип компакт-верфи. Все основные производственные операции, начиная от заготовки материалов и заканчивая финальным монтажом изделия на готовом заказе на этапе достройки, ведутся под одной крышей. Это позволяет экономить время и оптимизировать логистику.

Открывая эпоху цифровизации

В 2018 г. на базе Средне-Невского судостроительного завода началась активная работа по реализации концепции «Цифровая верфь». Это пилотный проект, основная цель которого – создание цифровой платформы, представляющей собой систему информационного и программного обеспечения бизнес-процессов судостроительного производства на базе передовых производственных технологий. Кроме СНСЗ, в разработке концепции «Цифровая верфь» задействовано около четырнадцати компаний. Реализация такого сложного и наукоемкого проекта на предприятии в очередной раз демонстрирует инновационный потенциал Средне-Невского судостроительного завода.

Сегодня Средне-Невский судостроительный завод является лидером композитного судостроения в России и единственным в стране предприятием, освоившим строительство кораблей и судов с применением 4 видов материалов: композитных материалов, судостроительной стали, алюминий-магниевого сплава и маломанганной стали. Именно здесь освоена современная технология изготовления корпусов из композитных материалов методом вакуумной инфузии. Коллектив завода насчитывает около 1800 человек, в том числе подготовлено более 100 высококвалифицированных специалистов по композитным материалам. Высокий профессиональный уровень специалистов и рабочих, освоение передового опыта и активное внедрение инновационных технологий в производство – эти характерные черты делают Средне-Невский судостроительный завод безусловным флагманом в своей отрасли. Предприятие является надежным партнером, нацеленным на долгосрочное, стабильное и взаимовыгодное сотрудничество.

Уважаемые коллеги!

В связи с пандемией коронавируса COVID-19 проведение **Международной научно-практической конференции по военно-морской медицине «Военно-морская медицина: современное состояние и перспективы развития»** перенесено на май 2021 года.

В рамках конференции планируется рассмотрение вопросов:

1. Актуальные вопросы организации медицинского обеспечения Военно-Морского Флота в первой половине XXI века.
2. Мировые тенденции в морском здравоохранении.
3. Военно-морская терапия.
4. Военно-морская хирургия.
5. Водолазная медицина. Гипербарическая и гипобарическая медицина.
6. Военно-морская и радиационная гигиена.
7. Корабельная токсикология, радиология и медицинская защита.
8. Медицинское обеспечение поиска и спасания на море. Международное взаимодействие.
9. Санитарно-противоэпидемическое обеспечение Военно-морских сил.
10. Медицинское снабжение кораблей и судов в XXI веке.
11. Медицинское обеспечение гуманитарных операций и международных учений.
12. Современные тенденции подготовки врачей для Военно-морских сил.
13. Опыт медицинского обеспечения кораблей и судов в дальней морской зоне и океанских районах.
14. Эргономика кораблей, судов и других морских объектов.
15. Нормативно-правовое регулирование морского здравоохранения.
16. Психология и психофизиология военно-морского (морского) труда.

В ходе конференции планируется принятие решения о создании Российской Ассоциации Морского Здравоохранения.

По результатам конференции планируется принять резолюцию по сохранению жизни и здоровья на море, обеспечению высокой работоспособности военных моряков, международного сотрудничества в сфере военно-морской медицины.

Осуществляется прием тезисов в Сборник материалов конференции объемом до 3 страниц машинописного текста до 01 марта 2021 года. Тезисы будут размещены в НЭБ (<https://elibrary.ru/>) с зарегистрированными DOI. С правилами оформления тезисов вы можете ознакомиться на сайте журнала «Морская медицина» (<http://seamed.bmospb.ru>).

Для участия в конференции необходимо пройти обязательную регистрацию, которая открыта на официальном сайте журнала «Морская медицина» (<http://seamed.bmospb.ru>).

Контактное лицо по вопросам подготовки, участия и проведения конференции: директор издательства Балтийского медицинского образовательного центра

Симакина Ольга Евгеньевна, телефон: +7 921 860-85-05,

e-mail: r154ao@gmail.com

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ

1. Статьи для публикации должны быть написаны на русском языке, иметь реферат (резюме), ключевые слова (3–4) на русском и английском языках.

2. К статье должен быть приложен пакет документов: экспертное заключение о возможности открытого опубликования (для ведомственных организаций), направление на печать от организации, заполненный лицензионный договор (Соглашение на передачу прав). Все документы должны быть подписаны и заверены печатями организаций.

Без сопроводительных документов статья в печать не принимается.

3. Статьи представляются в редакцию на электронных и бумажных носителях. Если у автора есть затруднения с пересылкой статьи по почте, предоставление материала возможно в электронном виде. Все страницы должны быть пронумерованы от первой до последней страницы, без пропусков и литерных добавлений (например, 2а и т. п.).

3. Объем статьи не должен превышать:

3.1. Передовая статья, обзор, лекция — до 25 страниц;

3.2. Оригинальная статья — до 15 страниц;

3.3. Рекомендации для врачей/Краткое сообщение — до 5 страниц;

3.4. Рецензии, информация — до 2 страниц.

Шрифт 12, интервал 1,5. Поля: верхнее — 2 см, нижнее — 2 см, левое — 3 см, правое — 1,5 см.

4. Статья должна иметь следующие разделы.

4.1. Титульный лист — указываются название статьи, инициалы и фамилии авторов, полное название учреждения, город на русском и английском языках. Титульный лист должен быть подписан всеми авторами.

4.2. Резюме — должно отражать структуру статьи (цель, материалы и методы, результаты исследования, заключение). **ВАЖНО:** объем резюме не должен превышать 14 строк на русском языке.

4.3. Основной текст должен включать в себя следующие разделы, расположенные в установленном порядке:

4.3.1. Введение;

4.3.2. Материалы и методы исследования — обязательно указываются сведения о статистической обработке экспериментального или клинического материала;

4.3.3. Результаты и их обсуждение;

4.3.4. Заключение;

4.3.5. Литература.

5. Каждая таблица должна иметь номер и название. Рисунки, графики, схемы должны быть черно-белыми с различной штриховкой, а также иметь подрисовочные подписи без сокращений.

Подписи под рисунками и названиями таблиц дублируются на английском языке.

При включении в публикацию растровой графики (сканированных, цифровых снимков, снимков с экрана мониторов и т. п.) предпочтение отдается рисункам с размером меньшей стороны не менее 5 см (640 пикселей), в форм

матах pdf, tiff, jpeg (максимальное качество). **Все иллюстрации, графики и таблицы в электронном варианте статьи должны быть расположены в соответствующих местах в тексте, а не в конце документа и дублироваться отдельными файлами с сохранением возможности редактирования.**

6. Библиографический список.

6.1. В журнале используется Ванкуверский формат цитирования (рекомендованный для медицинских изданий), который подразумевает отсылку на источник в квадратных скобках и последующее упоминание источников в списке литературы в порядке упоминания. Страница указывается внутри скобок, через запятую и пробел после номера источника: [6, с. 8].

6.2. Библиографические описания источников располагают в порядке упоминания их в тексте статьи и нумеруют арабскими цифрами.

6.3. В лекции можно давать список рекомендуемой литературы, и тогда в тексте ссылаются на источники не обязательно.

6.4. Все русскоязычные источники литературы должны быть продублированы на английском языке. Перевод размещается рядом с русским вариантом в квадратных скобках.

6.5. В библиографическом списке указываются все авторы цитируемых работ.

6.6. Ссылки на цитируемые работы в тексте дают в виде порядковых номеров, заключенных в квадратные скобки. В список литературы включаются только рецензируемые источники (статьи из научных журналов и монографии), упоминающиеся в тексте статьи. Не следует включать в список литературы авторефераты, диссертации, учебники, учебные пособия, ГОСТы, информацию с сайтов, статистические отчеты, статьи в общественно-политических газетах, на сайтах и в блогах.

Если необходимо сослаться на данные источники, следует поместить информацию о них в сноску.

6.7. Примеры:

1. Ткаченко Б. И. Физиология человека. СПб.: Наука, 2000. 400 с. [Tkachenko B.I. Human Physiology. SPb.: Science, 2000. 400 PP (In Russ.)].

2. Шабанов П. Д. Механизмы лекарственной зависимости // *Медицинский академический вестник*. 2001. Т. I, № 1. С. 27–35 [Shabanov P. D. Mechanisms of drug dependence // *Medical Academic Bulletin*. 2001. Vol. I, No. 1. Pp. 27–35 (In Russ.)].

3. Лебедев А. А. Поведенческие эффекты алапиды у крыс-изолятов // *Эмоциональное поведение* / Под ред. Е. С. Петрова. СПб.: Питер, 2000. С. 56–78 [Lebedev A. A. Behavioral effects of peptide in rats-isolates // *Emotional behavior* / ed. E. S. Petrov. SPb.: Peter, 2000. Pp. 56–78 (In Russ.)].

6.8. При описании источника следует указывать его DOI.

Например: Фамилия И.О., Фамилия И.О. Название статьи // *Название журнала*. Год; Том (Номер):0000. DOI: 10.13655/1.6.1234567.

7. Данные об авторах статьи должны включать следующие сведения: фамилия, имя, отчество, место работы с указанием индекса, города и страны, адрес переписки и номер телефона для связи, e-mail, номера ORCID и SPIN каждого из авторов статьи.

8. Все термины, употребляемые в статье, должны строго соответствовать действующим номенклатурам (анатомической, гистологической и др.), названия лекарственных средств — Государственной Фармакопее, единицы физических величин — системе единиц СИ.

9. Все статьи, поступившие в редакцию, подвергаются тщательному рецензированию. Рукопись, содержащая статистические данные, направляется помимо рецензента по соответствующей рубрике и рецензенту по статистике. Если у рецензентов возникают вопросы, статья возвращается авторам на доработку. Редакция имеет право запросить исходную базу данных, на основании которой производились расчеты в случаях, когда возникают вопросы о качестве статистической обработки. Окончательным сроком для постановки в план печати считать дату поступления доработанного варианта рукописи. Редакция оставляет за собой право внесения редакторских изменений в текст, не искажающих смысла статьи.

10. После текста статьи необходимо указать вклад каждого автора в подготовку статьи согласно Правилам авторства:

1. *Вклад в концепцию и план исследования* — И. О. Фамилия;

2. *Вклад в сбор данных* — И. О. Фамилия;

3. *Вклад в анализ данных и выводы* — И. О. Фамилия;

4. *Вклад в подготовку рукописи* — И. О. Фамилия.

11. Авторское право на конкретную статью принадлежит авторам статьи, что отмечается знаком ©. За издательством остается право на оформление, издание, распространение и доведение до всеобщего сведения публикаций, а также включение журнала в различные базы данных и информационные системы.

При перепечатке статьи или ее части ссылка на журнал обязательна.

12. Редакция высылает авторам 1 копию журнала, в котором опубликована статья, по запросу авторов.

13. Редакция не выплачивает гонорара за статьи и не взимает плату за опубликованные рукописи.

14. Журнал публикует рекламу по профилю журнала в виде отдельных рекламных модулей, статей, содержащих коммерческую информацию по профилю журнала с указанием «Публикуется на правах рекламы». Размещение рекламы в журнале платное.

Объем помещения рекламной информации в журнале ограничен.

15. Материалы в электронном виде следует направлять по электронной почте: ooo.bmoc@mail.ru или r154ao@gmail.com, включая их как вложенный файл (документ Word, для растровых рисунков и фотографий — tiff, pdf, jpeg) с указанием в теме письма «Морская медицина» или на сайт журнала <https://seamed.bmoc-spb.ru/>.

Мы рады всем Вашим статьям, представленным в наш журнал!

Мнение редакции может не совпадать с точкой зрения авторов опубликованных материалов.

Редакция не несет ответственности за последствия, связанные с неправильным использованием информации.

При поддержке **АНО БНИМЦ**

«Балтийский научно-исследовательский центр в области медицины»

Морская медицина

Свидетельство о регистрации: ПИ № ФС 77-61101 от 19.03.2015 г.

Корректор: Т. В. Руксина

Верстка: К. К. Ершов



ЛИДЕР КОМПОЗИТНОГО СУДОСТРОЕНИЯ



Акционерное общество «Средне-Невский судостроительный завод»
196643, Санкт-Петербург, п. Понтонный, ул. Заводская, 10
тел.: +7 (812) 648-30-50, +7 (812) 648-30-51; факс: +7 (812) 648-30-70
www.snsz.ru E-mail: office@snsz.ru

ВИФЕРОН®

Бережная защита от вирусов



VIFERON.SU

Лечение и профилактика широкого спектра вирусных и вирусно-бактериальных инфекций (ОРВИ и грипп, в том числе осложненные бактериальными инфекциями, герпесвирусные и уrogenитальные инфекции)



Разрешен детям с первых дней жизни и будущим мамам с 14 недели беременности¹



Входит в 33 стандарта оказания медицинской помощи Минздрава РФ³



Самый назначаемый препарат от ОРВИ для детей с первых дней жизни²



Производится в соответствии с международными стандартами GMP⁴

Реклама



Для медицинских работников и фармацевтов

P N000017/01 P N001142/02 P N001142/01

1. Детям: ВИФЕРОН®Суппозитории/Гель — с рождения; ВИФЕРОН®Мазь — с 1 года
Беременным: ВИФЕРОН®Суппозитории — с 14 недели гестации,
ВИФЕРОН®Мазь/Гель — без ограничений
2. ВИФЕРОН®Суппозитории/Гель

2. Russian Pharma Awards 2019
3. <http://www.rosminzdrav.ru>
4. Заключение Минпромторга России
GMP-0017-000022/15 от 16.03.2015