



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПЕЧАТНЫЙ ОРГАН МОРСКОЙ КОЛЛЕГИИ
ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Научно-практический
рецензируемый журнал

ISSN 2413-5747 (print)

ISSN 2587-7828 (online)

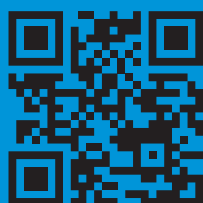
Морская Медицина

Marine Medicine

Том 9

2023

№ 2



ВЫБОР РЕДАКЦИИ

ЭПИДЕМИОЛОГИЯ
СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ
ЗАБОЛЕВАНИЙ И ФАКТОРОВ РИСКА
ИХ РАЗВИТИЯ В СТРАНАХ АРКТИКИ:
ОБЗОР

Н.В. Орлова, С.А. Сапожников

стр. 7–17

РОЛЬ ДЛИНЫ ТЕЛОМЕР
В ОЦЕНКЕ ПРОГНОЗА ТЯЖЕСТИ
ПРОТЕКАНИЯ ПНЕВМОНИЙ
РАЗЛИЧНОЙ ЭТИОЛОГИИ:
ОТКРЫТОЕ ПРОСПЕКТИВНОЕ
НЕИНТЕРВЕНЦИОННОЕ
ИССЛЕДОВАНИЕ

Р.Г. Макиев, И.В. Миронов, Б.А. Чумак,
Н.И. Львов, И.Н. Гайворонский

стр. 49–55



**IV МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ
«ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ
И ОБЕСПЕЧЕНИЯ
САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО
БЛАГОПОЛУЧИЯ НАСЕЛЕНИЯ
В АРКТИКЕ»
19–20 октября 2023 г.**

Приглашаем Вас принять участие в **IV международной научно-практической конференции «Проблемы сохранения здоровья и обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Арктике»**, которая будет проходить 19–20 октября 2023 г. в Санкт-Петербурге в совмещенном формате (онлайн – *online*/ офлайн – *offline*).

Организаторы конференции - Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Федеральное бюджетное учреждение науки «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья»

Основные вопросы конференции: Обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия на территории населенных пунктов Арктики; гигиена производственной среды и медицина труда в Арктике; состояние здоровья населения Арктики и профилактика заболеваний; здоровье и этнокультурное развитие коренных малочисленных народов Севера, защита их исконной среды обитания и традиционного образа жизни; международное сотрудничество в Арктике в области охраны здоровья и обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия; организация социально-гигиенического мониторинга на территории Арктики.

В рамках Конференции состоится заседание Консорциума «Арктическая Медицина».

**Более подробную информацию о конференции можно получить на сайте:
<https://arcticahealth.ru/>**

Научно-практический рецензируемый журнал Морская медицина

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, член-корреспондент РАЕН, Мурманский арктический государственный университет, г. Мурманск, Россия

Ответственный секретарь:

Симакина Ольга Евгеньевна

кандидат биологических наук, АО «Красная звезда», Москва, Россия

Подписной индекс: «Книга-Сервис» (Пресса России) E45066

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, Российский индекс научного цитирования, КиберЛенинка, Dimensions, Соционет, Российская государственная библиотека

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

Учредитель: Балтийский медицинский образовательный центр, Санкт-Петербург, Россия

Сайт: <http://seamed.bmoc-spb.ru/jour>

e-mail: marinemedicine@yandex.ru



Том 9
2023 № 2

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ

Баринов В.А. (Санкт-Петербург),
Беляков Н.А. (Санкт-Петербург),
Бессмельцев С.С. (Санкт-Петербург),
Бойко Э.В. (Санкт-Петербург),
Бузинов Р.В. (Санкт-Петербург),
Грабский Ю.В. (Санкт-Петербург),
Гребнев Г.А. (Санкт-Петербург),
Гржибовский А.М. (г. Архангельск),
Грицаев С.В. (Санкт-Петербург),
Гудков А.Б. (г. Архангельск),
Давид Лукас (г. Брест, Франция),
Дворянчиков В.В. (Санкт-Петербург),
Димитър Ставрев (г. Варна, Болгария),
Дон Элисео Лусеро Присно III
(г. Сучжоу, Китай),
Жданов К.В. (Санкт-Петербург),
Иванова Н.В. (г. Симферополь),
Иванов А.О. (Санкт-Петербург),
Ивануса С.Я. (Санкт-Петербург),
Иорданишвили А.К. (Санкт-Петербург),
Ковлен Д.В. (Санкт-Петербург),
Коган И.Ю. (Санкт-Петербург),
Котив Б.Н. (Санкт-Петербург),
Крутиков Е.В. (г. Симферополь),
Крюков Е.В. (Санкт-Петербург),
Кузнецов А.Н. (г. Ханой, Вьетнам),
Куликов А.Н. (Санкт-Петербург),
Литвиненко И.В. (Санкт-Петербург),

Лобзин Ю.В. (Санкт-Петербург),
Мануковский В.А. (Санкт-Петербург),
Марченко А.А. (Санкт-Петербург),
Мирошниченко Ю.В. (Санкт-Петербург),
М. Луиза Каналс Пол-Лина (г. Кадис, Испания),
Мясников А.А. (Санкт-Петербург),
Нгуен Труонг Сонг (г. Хайфонг, Вьетнам),
Оковитый С.В. (Санкт-Петербург),
Парцерняк С.А. (Санкт-Петербург),
Педро Ногеролес Алонсо Де Ла Сьерра (Испания),
Петреев И.В. (Санкт-Петербург),
Пономаренко Г.Н. (Санкт-Петербург),
Протощак В.В. (Санкт-Петербург),
Рассохин В.В. (Санкт-Петербург),
Рейнюк В.Л. (Санкт-Петербург),
Рогожников В.А. (Москва),
Савелло А.В. (Санкт-Петербург),
да Сильва Мария Родригес (г. Варгас, Венесуэла),
Симбирцев А.С. (Санкт-Петербург),
Соловьев И.А. (Санкт-Петербург),
Тарик Гальян (г. Танжер, Марокко),
Хоминец В.В. (Санкт-Петербург),
Черкашин Д.В. (Санкт-Петербург),
Шамрей В.К. (Санкт-Петербург),
Шпиленья Е.С. (Санкт-Петербург),
Щеголев А.В. (Санкт-Петербург),
Щербук А.Ю. (Санкт-Петербург),
Яковлева Т.В. (Москва).

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА

Азаров И.И. (Москва),
Абасова Г.Б. (г. Шымкент, Казахстан),
Алексанин С.С. (Санкт-Петербург),
Ахвердова О.А. (г. Пятигорск),
Багненко С.Ф. (Санкт-Петербург),
Базарный В.В. (г. Екатеринбург),
Баранов А.Н. (г. Архангельск),
Барачевский Ю.Е. (г. Архангельск),
Брижань Л.К. (Москва),
Боев И.В. (г. Ставрополь),
Бойко Э.В. (Санкт-Петербург),
Бухтияров И.В. (Москва),
Вальков М.Ю. (г. Архангельск),
Горбатова Л.Н. (г. Архангельск),
Давыдов Д.В. (Москва),
Денисенко И.В. (Москва),
Евстафьева Е.В. (г. Ялта),
Зайцев А.А. (Москва),
Иванов А.М. (Санкт-Петербург),
Ичитовкина Е.Г. (Москва),
Казакевич Е.В. (г. Архангельск),
Казиков С.П. (Москва),

Киров М.Ю. (г. Архангельск),
Куроедов А.В. (Москва),
Маркелов Ю.М. (г. Петрозаводск),
Марьяндышев А.О. (г. Архангельск),
Новикова И.А. (г. Архангельск),
Овчинников Ю.В. (Москва),
Оковитый А.В. (г. Архангельск),
Оправин А.С. (г. Архангельск),
Петрухин В.А. (Москва),
Плутницкий А.Н. (Москва),
Пономарев В.В. (Минск, Беларусь),
Попова А.Ю. (Москва),
Попов В.В. (г. Архангельск),
Разумов А.Н. (Москва),
Ракишева А.С. (г. Алматы, Казахстан),
Рукавицын О.А. (Москва),
Себряков Ф.А. (г. Нижний Новгород),
Симоненко В.Б. (Москва),
Соловьев А.Г. (г. Архангельск),
Софронов Г.А. (Санкт-Петербург),
Уйба В.В. (г. Сыктывкар),
Чечеткин А.В. (Санкт-Петербург)

Scientific peer-reviewed journal

Morskaya Meditsina

(Marine Medicine)

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), corresponding Member of the Russian Academy of Natural Sciences, Murmansk Arctic State University (Murmansk, Russia)

Executive Secretary:

Simakina, Olga Evgenyevna

Cand. of Sci. (Biol.); JSC «Red Star» (Moscow, Russia)

Subscription index of the Agency «Book-Service» (Press of Russia) E45066

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, Russian Science Citation Index, Cyberleninka, Dimensions, Socionet, Russian State Library

Key title: Morskaya medicina

Abbreviated key title: Morsk. med.

Founded by: Baltic Medical Educational Center, Saint Petersburg, Russia

URL: <http://seamed.bmoc-spb.ru/jour>

e-mail: marinemedicine@yandex.ru



Vol. 9
2023 No 2

EDITORIAL BOARD

Barinov V.A. (St. Petersburg),
Belyakov N.A. (St. Petersburg),
Bessmeltsev S.S. (St. Petersburg),
Boyko. E.V. (St. Petersburg),
Buzinov R.V. (St. Petersburg),
Grabsky Yu.V. (St. Petersburg),
Grebnev G.A. (St. Petersburg),
Grjybovski A.M. (G. Arkhangelsk),
Gritsaev S.V. (St. Petersburg),
Gudkov A.B. (G. Archangel),
David Lucas (Brest, France),
Dvoryanchikov V.V. (St. Petersburg),
Dimitar Stavrev (Varna, Bulgaria),
don Eliseo Lucero Priso (Suzhou, China),
Zhdanov K.V. (St. Petersburg),
Ivanova N.V. (Simferopol),
Ivanov A.O. (St. Petersburg),
Ivanusa S.Ya. (St. Petersburg),
Iordanishvili A.K. (St. Petersburg),
Kovlen D.V. (St. Petersburg),
Kogan I.Yu. (St. Petersburg),
Kotiv B.N. (St. Petersburg),
Krutikov. E.S. (Simferopol),
Kryukov. E.V. (St. Petersburg),
Kuznetsov A.N. (Hanoi, Vietnam),
Kulikov A.N. (St. Petersburg),
Litvinenko I.V. (St. Petersburg),
Lobzin Yu.V. (St. Petersburg),

Manukovsky V.A. (St. Petersburg),
Marchenko A.A. (St. Petersburg),
Miroshnichenko Yu.V. (St. Petersburg),
M. Luisa Canals Paul-Lina (Cadiz, Spain),
Myasnikov A.A. (St. Petersburg),
Nguyen Truong Song (Haifong, Vietnam),
Okovity S.V. (St. Petersburg),
Partsernyak S.A. (St. Petersburg),
Pedro Nogerole Alonso De La Serra (Spain),
Petreev I.V. (St. Petersburg),
Ponomarenko G.N. (St. Petersburg),
Protoschak V.V. (St. Petersburg),
Rassokhin V.V. (St. Petersburg),
Reinyuk V.L. (St. Petersburg),
Rogozhnikov V.A. (Moscow),
Savello A.V. (St. Petersburg),
Rodriguez Silva Maria (Vargas, Venezuela),
Simbirtsev A.S. (St. Petersburg),
Soloviev I.A. (St. Petersburg),
Tarik Galyan (Tangier, Morocco),
Khominets V.V. (St. Petersburg),
Cherkashin D.V. (St. Petersburg),
Shamrey V.K. (St. Petersburg),
Shpilenya E.S. (St. Petersburg),
Shchegolev A.V. (St. Petersburg),
Shcherbuk A.Yu. (St. Petersburg),
Yakovleva T.V. (Moscow)

ADVISORY BOARD

Azarov I.I. (Moscow),
Abasova G.B. (Shymkent, Kazakhstan),
Aleksanin S.S. (St. Petersburg),
Akhverdova O.A. (Pyatigorsk),
Bagnenko S.F. (St. Petersburg),
Bazarny V.V. (Yekaterinburg),
Baranov A.N. (Arkhangelsk),
Barachevsky Yu.E. (Arkhangelsk),
Brizhan L.K. (Moscow),
Boev I.V. (Stavropol),
Boyko E.V. (St. Petersburg),
Bukhtiyarov I.V. (Moscow),
Valkov M.Yu. (Arkhangelsk),
Gorbatova L.N. (Arkhangelsk),
Davydov D.V. (Moscow),
Denisenko I.V. (Moscow),
Evstafyeva E.V. (Yalta),
Zaitsev A.A. (Moscow),
Ivanov A.M. (St. Petersburg),
Ichitovkina E.G. (Moscow),
Kazakevich E.V. (Arkhangelsk),
Kazakov S.P. (Moscow),

Kirov M.Yu. (Arkhangelsk),
Kuroedov A.V. (Moscow),
Markelov Yu.M. (Petrozavodsk),
Maryandyshev A.O. (Arkhangelsk),
Novikova I.A. (Arkhangelsk),
Ovchinnikov Yu.V. (Moscow),
Okovity A.V. (Arkhangelsk),
Opravina A.S. (Arkhangelsk),
Petrukhin V.A. (Moscow),
Plutnitsky A.N. (Moscow),
Ponomarev V.V. (Minsk, Belarus),
Popova A.Yu. (Moscow),
Popov V.V. (Arkhangelsk),
Razumov A.N. (Moscow),
Rakisheva A.S. (Almaty, Kazakhstan),
Rukavitsyn O.A. (Moscow),
Sevryukov F.A. (Nizhny Novgorod),
Simonenko V.B. (Moscow),
Soloviev A.G. (Moscow Arkhangelsk),
Sofronov G.A. (St. Petersburg),
Uyba V.V. (Syktyvkar),
Chechetkin A.V. (St. Petersburg)

Содержание

ОБЗОРЫ

ЭПИДЕМИОЛОГИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ И ФАКТОРОВ РИСКА ИХ РАЗВИТИЯ В СТРАНАХ АРКТИКИ.....	7
<i>Н.В. Орлова, С.А. Сапожников</i>	

МОРСКИЕ ГИДРОБИОНТЫ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ИСТОЧНИК СРЕДСТВ ПРОФИЛАКТИКИ РАДИАЦИОННО-ИНДУЦИРОВАННЫХ НАРУШЕНИЙ.....	18
<i>С.Ф. Половов, Л.А. Иванушко, Т.П. Смолина</i>	

ЛЕКЦИЯ

РОЛЬ СТРЕССА В РАЗВИТИИ ПСИХОНЕВРОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ ПРИ ВИЧ-ИНФЕКЦИИ.....	32
<i>И.М. Улюкин, В.В. Рассохин, Е.С. Орлова, А.А. Сечин</i>	

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ

РОЛЬ ДЛИНЫ ТЕЛОМЕР В ОЦЕНКЕ ПРОГНОЗА ТЯЖЕСТИ ПРОТЕКАНИЯ ПНЕВМОНИЙ РАЗЛИЧНОЙ ЭТИОЛОГИИ: ОТКРЫТОЕ ПРОСПЕКТИВНОЕ НЕИНТЕРВЕНЦИОННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ.....	49
--	----

Р.Г. Макиев, И.В. Миронов, Б.А. Чумак, Н.И. Львов, И.Н. Гайворонский

ПРИМЕНЕНИЕ ГИПЕРБАРИЧЕСКОЙ ОКСИГЕНАЦИИ У БОЛЬНЫХ НОВОЙ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИЕЙ COVID-19: ПРОСПЕКТИВНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ.....	56
--	----

Ю.В. Струк, П.Н. Савилов, О.А. Якушева, Е.Б. Вахтина, О.Ю. Ефремова, И.М. Первеева, А.В. Вериковская

РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ПРОФИЛЯ ЖИРНЫХ КИСЛОТ КРОВИ СОТРУДНИКОВ СИЛОВЫХ ВЕДОМСТВ.....	68
---	----

А.Ю. Людинина, О.И. Паршукова, Е.Р. Бойко

ПРИМЕНЕНИЕ ОБЪЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНО ВАЖНЫХ КАЧЕСТВ ВОДОЛАЗОВ: РЕТРОСПЕКТИВНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ.....	77
--	----

А.М. Андрийченко, П.А. Емушинцев

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНИ И ЗДОРОВЬЯ

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ ИНВАЗИВНОЙ ТЕЛЕМЕТРИИ STELLAR В УСЛОВИЯХ ИЗБЫТОЧНОГО ДАВЛЕНИЯ ВОДНОЙ СРЕДЫ: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ.....	90
--	----

Г.Н. Собянина, С.Ю. Мальков, М.И. Павлов

РОЛЬ СЕМЬИ И БЛИЗКОГО ОКРУЖЕНИЯ В ФОРМИРОВАНИИ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ СУБЪЕКТОВ ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ: ПОПЕРЕЧНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ.....	98
---	----

С.В. Котовская, И.М. Бойко, И.Г. Мосягин, А.И. Хохрина

ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

ПРЕДРАСПОЛОЖЕННОСТЬ МОРЯКОВ К КАРИЕСУ И ПУТИ ЕЕ СНИЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОГО ПЛАВАНИЯ: ПРОСПЕКТИВНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ.....	105
--	-----

А.А. Сериков, А.К. Иорданишвили

МЕТОДОЛОГИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

РАСЧЕТ НЕОБХОДИМОГО ОБЪЕМА ВЫБОРКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ G*POWER.....	111
--	-----

Е.А. Кригер, С.Н. Драчев, Н.А. Митькин, В.А. Постоев, А.М. Гржибовский

КРАТКОЕ СООБЩЕНИЕ

РОЛЬ ПЕДАГОГОВ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ В РЕАЛИЗАЦИИ ЗАДАЧ ПО СОХРАНЕНИЮ ЗДОРОВЬЯ ПОДРОСТКОВ, ГОТОВЯЩИХСЯ К СЛУЖБЕ В РОССИЙСКОЙ АРМИИ И ВОЕННО-МОРСКОМ ФЛОТЕ.....	126
---	-----

Ю.Н. Закревский, В.Р. Лосев, Г.Е. Гун

Contents

REVIEWS

EPIDEMIOLOGY OF CARDIOVASCULAR DISEASES AND RISK FACTORS FOR THEIR DEVELOPMENT IN THE ARCTIC COUNTRIES	7
<i>N.V. Orlova, S.A. Sapozhnikov</i>	

MARINE HYDROBIONTS ARE A PERSPECTIVE SOURCE OF MEANS FOR THE PREVENTION OF RADIATION-INDUCED DISTURBANCES	18
<i>S.F. Polovov, L.A. Ivanushko, T.P. Smolina</i>	

LECTURE

STRESS FACTORS IN PSYCHO-NEUROLOGICAL DISORDERS' PATHOGENESIS IN HIV-INFECTION	32
<i>I.M. Ulyukin, V.V. Rassokhin, E.S. Orlova, A.A. Sechin</i>	

ORIGINAL ARTICLES

INNOVATIVE DEVELOPMENTS

ROLE OF TELOMERE LENGTH IN ASSESSING PROGNOSIS OF PNEUMONIAS SEVERITY OF DIFFERENT ETIOLOGY: OPEN PROSPECTIVE NON-INTERVENTION STUDY	49
<i>R.G. Makiev, I.V. Mironov</i>	

APPLICATION OF HYPERBARIC OXYGENATION IN PATIENTS WITH A NEW CORONAVIRUS INFECTION COVID-19: PROSPECTIVE STUDY	56
<i>Yu.V. Struk, P.N. Savilov, O.A. Yakusheva, E.B. Vakhtina, O.Yu. Efremova, IM. Perveeva, A.V. Verikovskaja</i>	

RETROSPECTIVE ANALYSIS OF BLOOD FATTY ACIDS PROFILE ON MEMBER OF THE MILITARY	68
<i>A.Yu. Lyudinina, O.I. Parshukova, E.R. Bojko</i>	

APPLICATION OF OBJECTIVE DIAGNOSTIC METHODS TO ASSESS PROFESSIONALLY IMPORTANT QUALITIES OF DIVERS: RETROSPECTIVE STUDY.....	77
<i>A.M. Andriychenko, P.A. Emushintsev</i>	

ENSURING THE SAFETY OF LIFE AND HEALTH

APPLICATION OF STELLAR INVASIVE TELEMETRY SYSTEM IN THE STUDY OF LIQUID BREATHING TECHNOLOGY IN HYPERBARIC STAND: EXPERIMENTAL STUDY	90
<i>G.N. Sobyagina, S.Yu. Malkov, M.I. Pavlov</i>	

THE ROLE OF A FAMILY AND A CLOSE ENVIRONMENT IN THE FORMATION OF THE RESILIENCE OF THE EXTREME ACTIVITY SUBJECTS: CROSS-SECTIONAL STUDY.....	98
<i>S.V. Kotovskaya, I.M. Boyko, I.G. Mosyagin, A.I. Khokhrina</i>	

PREVENTIVE ISSUES

PREVENTION OF SEALS TO CARIES AND WAYS TO REDUCE IT IN DURABLE SAILING: PROSPECTIVE STUDY	105
<i>A.A. Serikov, A.K. Iordanishvili</i>	

RESEARCH METHODOLOGY

SAMPLE SIZE CALCULATION USING G*POWER SOFTWARE.....	111
<i>E.A. Kriger, S.N. Dravhev, N.A. Mitkin, V.A. Postoev, A.M. Grjibovski</i>	

SHORT MESSAGE

ROLE OF SECONDARY SCHOOL TEACHERS IN IMPLEMENTING TASKS TO PRESERVE HEALTH OF ADOLESCENTS, PREPARING FOR SERVICE IN RUSSIAN ARMY AND NAVY.....	126
<i>Yu.N. Zakrevsky, V.R. Losev, G.E. Gun</i>	

ОБЗОРЫ/ REVIEWS

УДК 616

<https://doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-2-7-17>**ЭПИДЕМИОЛОГИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ
И ФАКТОРОВ РИСКА ИХ РАЗВИТИЯ В СТРАНАХ АРКТИКИ***Н.В. Орлова*, С.А. Сапожников*Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова,
Москва, Россия

ВВЕДЕНИЕ. На здоровье населения в Арктическом регионе, в том числе на сердечно-сосудистую систему, оказывают влияние суровые климатические условия, состояние окружающей среды, качество воды и воздуха и другие факторы. Изучение этих факторов необходимо для создания профилактических мер по предотвращению развития заболеваний.

ЦЕЛЬ. Проанализировать заболеваемость и смертность от сердечно-сосудистых заболеваний в странах Арктики, а также факторов риска их развития.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Были проанализированы базы данных PubMed, Scopus, Web of Science и Google Scholar за 25 лет с 1998 по 2023 г. Поиск осуществлялся по ключевым словам: сердечно-сосудистые заболевания, климат, факторы риска, адаптация, заболеваемость, смертность, Арктика.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Установлено, что в Арктической зоне первичная заболеваемость в среднем в 1,4 раза превышает общероссийское значение. Смертность по основным классам причин смерти за 2015–2019 гг. в динамике за 5-летний период имеет тенденцию к снижению. Аналогичные данные в других странах региона Арктики, включая сердечно-сосудистые заболевания. Смертность среди коренного населения Арктики не является одинаковой.

ОБСУЖДЕНИЕ. Среди факторов вредного воздействия на здоровье в Арктике, включая сердечно-сосудистую систему, учеными рассматривается влияние экстремально низких температур и возможности организма к адаптации, токсическое воздействие вредных веществ, недостаточность витамина D из-за сниженной инсоляции. Отмечена сезонность течения сердечно-сосудистых заболеваний.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Здоровье населения Арктики зависит от многих причин, в том числе от адаптации организма к экстремальным условиям среды обитания, социально-бытовых условий, экологии, образа жизни и питания, доступности медицинской помощи и лекарственного обеспечения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: морская медицина, эпидемиология, Арктика, сердечно-сосудистые заболевания, факторы риска, патогенез, экстремально низкие температуры

*Для корреспонденции: Орлова Наталья Васильевна, e-mail: vrach315@yandex.ru

*For correspondence: Natalya V. Orlova, e-mail: vrach315@yandex.ru

Для цитирования: Орлова Н.В., Сапожников С.А. Эпидемиология сердечно-сосудистых заболеваний и факторов риска их развития в странах арктики // *Морская медицина*. 2023. Т. 9, № 2. С. 7–17, doi: <https://doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-2-7-17> EDN: <https://elibrary.ru/BLUPBF>

For citation: Orlova N.V., Sapozhnikov S.A. Epidemiology of cardiovascular diseases and risk factors for their development in the arctic countries // *Marine medicine*. 2022. Vol. 9, No. 2. P. 7–17, doi: <https://doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-2-7-17> EDN: <https://elibrary.ru/BLUPBF>

**EPIDEMIOLOGY OF CARDIOVASCULAR DISEASES AND THEIR RISK
FACTORS IN ARCTIC COUNTRIES: REVIEW***Natalia V. Orlova*, Stepan A. Sapozhnikov*

N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

INTRODUCTION. Severe climatic conditions, state of the environment, water and air quality and other factors affect human health in the Arctic region, including cardiovascular system. The study of these factors is necessary to create measures to prevent the development of diseases.

© Авторы, 2023. Издатель ООО Балтийский медицинский образовательный центр. Данная статья распространяется на условиях «открытого доступа», в соответствии с лицензией ССВУ-NC-SA 4.0 («Attribution-NonCommercial-Share-Alike» / «Атрибуция-Некоммерчески-Сохранение Условий» 4.0), которая разрешает неограниченное некоммерческое использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии указания автора и источника. Чтобы ознакомиться с полными условиями данной лицензии на русском языке, посетите сайт: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.ru>

OBJECTIVE. Analyze morbidity and mortality from cardiovascular diseases in the Arctic countries as well as risk factors of their development.

MATERIALS AND METHODS. The study analyzed PubMed, Scopus, Web of Science and Google Scholar database over 25 years from 1998 to 2023. The search terms included the keywords: cardiovascular diseases, climate, risk factors, adaptation, morbidity, mortality, Arctic.

RESULTS. It was found that primary morbidity exceeds the all-Russian value 1,4 times in the Arctic region. Mortality by main causes of death for 2015–2019 over a 5-year period tends to decrease. There are similar data in other Arctic countries, including cardiovascular diseases. Mortality rate among Arctic indigenous groups is not the same.

DISCUSSION. Scientists consider the effect of extremely low temperatures and the body's adaptive capacities, toxic effects of harmful chemicals and insufficiency of vitamin D due to reduced sun exposure to be among health hazards in Arctic, including cardiovascular system. Cardiovascular diseases were noted to be seasonal.

CONCLUSION. Arctic public health depends on many reasons, including the body's adaptation to extreme habitat conditions, social conditions, ecology, lifestyle and nutrition, availability of medical care and drug provision.

KEYWORDS: marine medicine, epidemiology, Arctic, cardiovascular diseases, risk factors, pathogenesis, extremely low temperature

Введение. Арктика представляет собой обширный географический регион, примыкающий к Северному полюсу Земли, включающий окраины материков Евразии и Северной Америки, почти весь Северный Ледовитый океан с островами (кроме прибрежных островов Норвегии), а также прилегающие части Атлантического и Тихого океанов, площадью 27 млн кв. км. Выход к бассейну Северного Ледовитого океана и территориальные владения в Арктике имеют 6 стран: Россия (Ненецкий автономный округ, Чукотский автономный округ, Ямало-Ненецкий автономный округ, Республика Коми, Республика Саха, Красноярский край, Архангельская и Мурманская области), США (штат Аляска), Канада (Юкон, Нунавут, Северо-Западные территории), Дания (Гренландия, Фарерские острова), Исландия, Норвегия

(Финнмарк, Тромс, Нордланд) вместе с некоторыми районами Финляндии (Лапландия, Оулу, Кайнуу) и Швеции (Норрботтен, Вестерботтен) (рис. 1). Общее население циркумполярных регионов в середине 2000-х годов составило 3,74 млн человек, из которых 9 % – коренные народы. В Арктической зоне РФ проживают около 2,5 млн чел. Это территория проживания 82,5 тыс. представителей малочисленных народов Севера.

Здоровье населения обусловлено суровыми климатическими условиями в Арктическом регионе, состоянием окружающей среды, качеством воды и воздуха и другими факторами. С холодной погодой связан целый ряд последствий для здоровья. Непосредственными воздействиями холода являются травмы, такие как обморожение и гипотермия. Холодные по-

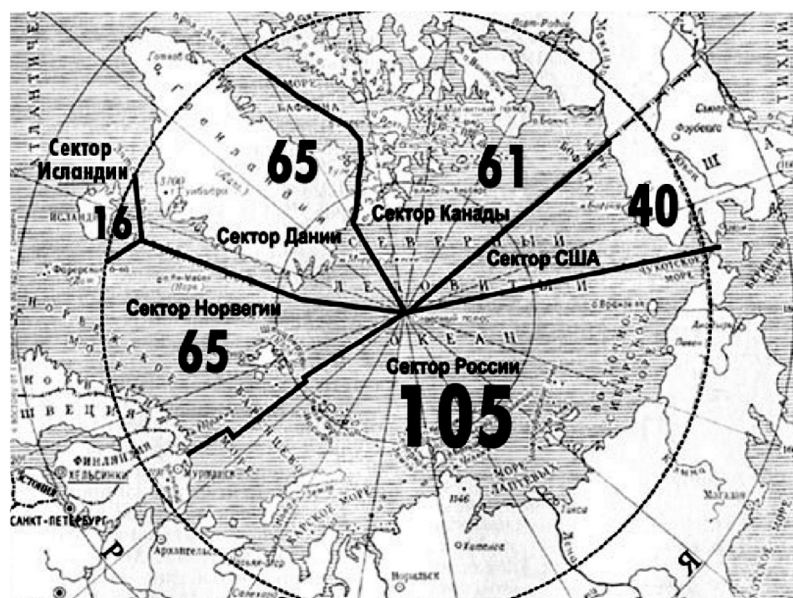


Рис.1. Морские границы стран Арктики
Fig. 1. Maritime borders of the Arctic countries

годные условия также повышают риск смертности и госпитализации от сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний.

Цель. Провести анализ заболеваемости и смертности от сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) в странах Арктики, а также факторов риска их развития.

Материалы и методы. Исследованы базы данных PubMed, Scopus, Web of Science и Google Scholar за 25 лет с 1998 по 2023 г. Поиск осуществлялся по ключевым словам: сердечно-сосудистые заболевания, климат, факторы риска, адаптация, заболеваемость, смертность, Арктика. Анализ баз данных направлен на обобщение статической информации о распространенности сердечно-сосудистых заболеваний в Арктике, результатов научных исследований по изучению особенностей факторов риска ССЗ в Арктическом регионе и их распространенности, а также на возможности профилактических мероприятий.

Результаты. Сравнительный анализ состояния здоровья населения в Российской Федерации и Арктической зоне выявил значительные различия. Темп прироста первичной заболеваемости в период с 2000 по 2017 г. в Архангельской области составил 9,09 %, в Республике Коми – 6,06 %. По регионам Арктической зоны показатель первичной заболеваемости в среднем в 1,4 раза превышает общероссийское значение. При этом в Республике Коми количество заболеваемости систем кровообращения увеличилось на 94,21 %, в Республике Карелия прирост составил 66,47 %, в Мурманской области заболеваемость выросла на 59,38 %, в Архангельской области – на 50,6 %¹. По данным Росстата, в 2016 г. смертность от сердечно-сосудистых заболеваний в Чукотский АО составила 406,1 на 100 000 населения, в Архангельской области – 785,2, в Мурманской области – 613,5. Анализ динамики показателей смертности выявил, что за период с 2000 по 2019 г. в РФ наблюдалось снижение смертности, эта тенденция также отмечалась и в Арктической Зоне. По данным статистики на 2019 г., отмечается снижение смертности на 1000 населения в течение 10 лет

(смертность 2000–2009 гг. в сравнении с 2010–2019 гг.: соответственно Российская Федерация – 15,4 (14,8–15,9) и 13,0 (12,6–13,4), Арктическая зона: 12,1 (11,5–12,6) и 11,2 (10,3–12,1). Средний темп убыли в Арктической зоне составил 0,7%. По основным классам причин смерти за 2015–2019 гг. в динамике за 5-летний период отмечена тенденция к снижению коэффициентов смертности от болезней системы кровообращения как в РФ в целом, так и в Арктической зоне (данные по Якутии): 2015 г. – 635,3 и 494,1 соответственно, 2019 г. – 573,2 и 392,1 на 100 000 населения. Показатели смертности от болезней системы кровообращения в Арктической зоне Якутии были несколько выше, чем в республике в целом; 2015 г. – 386,7, 2019 г. – 357,1 на 100 000 населения [1]. Таким образом, несмотря на тенденцию к снижению смертности от сердечно-сосудистых заболеваний в РФ, ее динамика в Арктической зоне демонстрирует более низкие темпы. В то же время очевидна разница в заболеваемости сердечно-сосудистых заболеваниями в Арктической зоне и РФ, что свидетельствует о неблагоприятном влиянии арктического климата на здоровье населения.

Анализ состояния здоровья населения в других странах региона Арктики, включая сердечно-сосудистые заболевания, демонстрирует аналогичное негативное воздействие климатических и других условий на здоровье проживающего в регионе населения. Исторически в северной Норвегии (особенно в Финнмарке) смертность от сердечно-сосудистых заболеваний была выше, чем в среднем по стране. Самая низкая отмечена в Западной Норвегии. Есть различия в состоянии здоровья у постоянно проживающих в арктическом регионе и приезжих. Результаты когортного исследования с 15-летним наблюдением в Финнмарке в 1974–1978 гг. показали, что у мужчин-саамов смертность от ишемической болезни сердца (ИБС) и ССЗ была ниже, чем у норвежских мужчин. Кроме того, у мужчин-саами выявлены самая низкая распространенность ССЗ, диабета и симптомов стенокардии².

¹Шеломенцев А.Г., Малинина Е.С. Особенности влияния заболеваемости населения на социально-экономическое развитие арктических регионов России // Фундаментальные исследования. 2019. № 10. С. 114–122; URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=42573> (дата обращения: 13.02.2023).

²Hermansen.R. Physical activity, cardiovascular risk factors, and mortality in ethnic groups in the Arctic region of Norway Results from two population-based studies: The Finnmark 3 study 1987-1988 and SEMINAR 1 2003-2004. A dissertation for the degree of Philosophiae Doctor, February 2020. 122 p.

Эпидемиологическая картина ССЗ в арктической Канаде отличается от таковой среди некоренных южных канадцев. Среди коренных инуитов/эскимосов и индейцев стандартизованный по возрасту уровень смертности от всех болезней системы кровообращения был ниже, чем у канадцев. Ученые неоднократно обращали внимание на данный парадокс. В 1970-х годах два датских исследователя, Банг и Дайерберг, выявив низкую распространенность ишемической болезни сердца у эскимосов Гренландии, объяснили ее особенностями рациона питания этой популяции. Ученые описали «эскимосскую диету» как состоящую из большого количества тюленьего и китового жира (т. е. жиров животного происхождения) и предположили, что эта диета была ключевым фактором предполагаемой низкой заболеваемости ишемической болезнью сердца (ИБС) [2]. Коренные жители, такие как эскимосы, арктические индейцы и лопари, которые регулярно подвергались воздействию холода в своей естественной среде обитания, проявляют менее выраженную реакцию в виде дрожи во время экспериментального воздействия холода. В эксперименте также было отмечено большее падение температуры тела (гипометаболический и гипотермический типы адаптации) и более низкая теплопроводность тела (изолирующий тип адаптации) в сравнении с представителями некоренного населения [3]. В настоящее время вопрос о распространенности заболеваний сердца среди коренных народов дискутируется и требует дополнительных исследований.

В последнее время отмечается рост нарушений обмена веществ у коренного населения, что связывают с изменениями рациона питания. С 1986 по 1993 г. распространенность сахарного диабета, преимущественно 2-го типа, у коренных жителей Аляски увеличилась на 22 %: с 15,7 до 19,2 на 1000 человек. Также отмечается рост заболеваемости острым инфарктом миокарда у алеутов, индейцев и эскимосов, что отмечено у 8,0 на 1000 человек. Частота подтвержденного инсульта составила 10,6 на 1000. Распространенность диабета среди коренных жителей Аляски увеличивается, хотя она и ниже, чем в целом по США. Считается, что сахарный диабет является относительно новым явлением для коренных жителей Аляски, и средняя продолжительность диабета может

быть ниже, чем в других популяциях. В то же время жители Аляски, страдающие диабетом, умирают чаще от ССЗ, чем коренное население в целом: алеуты гораздо чаще умирают от ИБС, чем эскимосы (30 % против 15%), в то время как эскимосы более часто умирают от цереброваскулярных заболеваний, чем алеуты (10 % против 2 %). Эскимосы, по-видимому, являются группой наименьшего риска, но распространенность среди них сахарного диабета растет более быстрыми темпами, чем у индейцев и алеутов [4].

Обсуждение. Климатические и температурные факторы, влияющих на развитие патологии сердечно-сосудистой системы.

Среди основных факторов вредного воздействия на здоровье в Арктике, в том числе на сердечно-сосудистую систему, учеными рассматривается влияние низких температур. Воздействие холодной погоды на здоровье, в том числе переохлаждения, обморожение, развитие хронических заболеваний влияют на смертность. Анализ смертей в Канаде, связанных с чрезмерными холодами в период с 2007 по 2011 г., проведенный Н. Brändström и соавт., выявил, что большинство смертей приходится на лиц в возрасте от 44 до 65 лет, среди умерших мужчины составили 69 %. В статистику летальных исходов не включались ситуации, когда инфекционные заболевания дыхательных путей были факторами, ускорившими смерть от другой причины (например, декомпенсации сердечной недостаточности). Факторы риска, которые могут способствовать летальному исходу из-за переохлаждения, включают потребление этанола, деменцию, депрессию и психиатрические заболевания, пожилой возраст, сердечно-сосудистые заболевания и сахарный диабет [5]. Таким образом, сердечно-сосудистые заболевания являются факторами риска переохлаждения и летального исхода от переохлаждения. Обращает на себя внимание, что большинство пожилых людей, которые были госпитализированы по поводу гипотермии, получили переохлаждение, находясь в помещении [6, 7]. Среди причин низких температур в помещении выделяют стоимость топлива для отопления, ограниченные знания и неосведомленность о потенциальных последствиях воздействия холода, а также трудности, связанные с технологией ото-

пления в частном доме [8]. Таким образом, заболеваемость и летальность, вызванные низкими температурами, зависят не только от возраста и состояния здоровья индивида, но и от социально-экономических факторов. Р. Howden-Charman и соавт. в качестве меры снижения смертности от холода рекомендуют улучшить теплоизоляцию и герметизацию домов. Исследование, проведенное в 2007 г. в 1350 домах Новой Зеландии, показало связь улучшения теплоизоляции в домах с улучшением состояния здоровья жильцов в зимний период [9]. Одним из социальных примеров по снижению воздействия холода может быть распределение теплой одежды (термобелья) во время резких похолоданий и снижение платежей за отопление группам населения с низким доходом и высоким риском³.

Систематический обзор 12 исследований, проведенный К. Bhaskaran [10], выявил, что в 8 случаях прослеживалась взаимосвязь между экстремально низкими температурами в зимний период и сердечными приступами. Исследование М. Medina-Ramon и соавт. [11], проведенное в 50 городах США, выявило повышение частоты смертей от ССЗ, в том числе и от остановки сердца, после погоды с экстремально низкими температурами. При снижении температуры воздуха с 0 до -5 °С, по анализу смертности в США, также отмечено увеличение сердечной смертности [12]. В Массачусетсе снижение температуры было связано с повышенным риском сердечного приступа не только в день холодной погоды, но и в течение следующих 2 дней [13]. По данным исследований, было установлено, что холод влияет на сердечно-сосудистую систему более выражено, чем на респираторный тракт и другие системы [14, 15].

Для оценки низких температур часто используют процентиля (%). Åström и соавт. выявили увеличение смертности от всех причин в Стокгольме при температуре ниже 2 % [16]. В Китае при низких температурах был отмечен рост смертности от инсульта и ишемической болезни сердца [17, 18]. Похолодание в Китае в течение семи дней подряд с температурой ниже третьего % привело к увеличению общей

внезапной смерти и смертей от сердечно-сосудистых заболеваний среди пожилых людей на 13 % [19]. Смертность и госпитализация вследствие холода могут иметь отсроченные последствия до нескольких недель [20, 21].

Холодная погода также ассоциирована с увеличением числа госпитализаций в связи с сердечно-сосудистыми заболеваниями. В исследовании, проведенном в Копенгагене, было показано, что холодная погода связана с увеличением количества госпитализаций пациентов с сердечно-сосудистой, респираторной и цереброваскулярной патологиями, особенно среди пожилых мужчин [15]. В Шанхае периоды похолодания были связаны с увеличением общего числа госпитализаций на 38 %, числа госпитализаций с сердечно-сосудистыми заболеваниями на 33 % [22]. Некоторые исследования показывают, что даже северные популяции, которые, по-видимому, больше акклиматизированы к холодной погоде, могут быть уязвимы к необычно холодным условиям. S. Kolb и соавт. [23] в исследовании, проведенном в Монреале, обнаружили, что риск смертности повышается после холодной погоды у пациентов с застойной сердечной недостаточностью. Н. Qiu и соавт. [24] по анализу неотложных госпитализаций в Гонконге выявили, что большие колебания температуры могут привести к увеличению числа госпитализаций по поводу сердечной недостаточности

Артериальная гипертензия является одним из самых распространенных ССЗ. Выявлена сезонная вариабельность артериального давления (АД) не только у пациентов с артериальной гипертензией, но и у здоровых людей [25]. Установлено, что пик подъема систолического и диастолического среднего АД приходится на зимний период, а минимальные уровни АД отмечены летом. Также была выявлена связь между уровнем АД и внешней температурой воздуха. Максимальные значения АД отмечены при низкой температуре, а минимальные – при относительно теплой [26]. Аналогичные результаты были получены американскими и французскими учеными [27, 28]. Исследователи также отмечают, что на уровень АД негативное влияние имеет снижение температуры воздуха в помещении, особенно выраженное среди лиц от 65 до 74 лет [29].

Изучение сезонных проявлений ИБС выявило ухудшение состояния пациентов с пиком симпто-

³GOV.UK. Winter Fuel Payment [website]. London, United Kingdom: Government of the United Kingdom (2015). Available: <https://www.gov.uk/winter-fuel-payment/what-youll-get> [accessed 20 September 2015]

матики в зимний период и снижение симптоматики и количества госпитализаций и смертности в связи с ИБС летом. Исследование, включившее 943 пациента с острым инфарктом миокарда, госпитализированного в больницы Гуанчжоу с 1976 по 1980 гг., выявило, что пик заболеваемости приходился на январь, февраль, апрель и октябрь, а самый низкий уровень заболеваемости отмечен в августе [30]. Аналогичные циркадные и сезонные колебания начала острого инфаркта миокарда выявили M. Xin и соавт. [31].

Метеорологические параметры включают не только колебания температуры окружающей среды, но и другие факторы. G. Ruhenstroth-Bauer и соавт. выявили в Германии значительную положительную корреляцию между началом острого инфаркта миокарда и атмосферным давлением 28 кГц [32].

Среди метеорологических факторов, влияющих на сердечно-сосудистую систему, необходимо выделить влияние ветра. В ряде исследований было выявлено, что холодный ветер также является предиктором смертности, включая смертность от ССЗ и госпитализацию по поводу инсульта [33].

1. Загрязнение окружающей среды, влияющее на развитие патологии сердечно-сосудистой системы

Жители арктических регионов могут подвергаться токсическому воздействию вредных веществ из-за загрязнения окружающей среды: тяжелые металлы, персистирующие органические соединения, включая хлорсодержащие. Долгосрочный мониторинг в некоторых арктических регионах позволил провести сопоставление тенденций, которое показало, что содержание большинства стойких органических загрязнителей (СО₃) и металлов во многих частях Арктики сократилось. Например, за последние 20 лет мониторинга в Нунавике уровни СО₃ снизились в среднем на 80 %, а ртути — на 59 %. Несмотря на эту тенденцию к снижению, некоторые загрязняющие вещества, такие как ртуть, остаются высокими среди определенных групп населения, включая некоторых инуитов в Канаде и Гренландии, и по-прежнему превышают рекомендуемые уровни в крови населения в некоторых из этих регионов. В проведенных исследованиях было показано, что современная диета инуитов не имеет кардиозащитного эффекта, поскольку содержащаяся в рыбе метилр-

туть снижает положительный эффект жирных кислот Омега-3 [34].

2. Роль адаптации в развитии сердечно-сосудистых заболеваний

Выраженность воздействия на организм вредных факторов зависит от чувствительности индивида, экспозиции факторов и его адаптационной способности. Установлено, что отдельные группы людей более уязвимы к негативному воздействию климатических факторов из-за особой чувствительности, высокой вероятности воздействия, низкой адаптационной способности или сочетания этих факторов. Анализ отечественных и зарубежных исследований позволяет выделить следующие группы риска:

- *Определенные расовые и этнические группы, включая общины коренных народов; малообеспеченные люди; иммигранты.* Риск обусловлен социально-экономическим статусом и медико-биологическими особенностями.

- *Дети.* Риск обусловлен повышенной биологической чувствительностью и высокой вероятностью воздействия (игры на свежем воздухе и др.).

- *Беременные.* Риск связан с чувствительностью к аномальному холоду и другим факторам.

- *Пожилые люди.* Уязвимость ко многим климатическим факторам: холоду, воздействию токсических веществ и др., а также с более высокой распространенностью хронических заболеваний и/или ограниченными финансовыми ресурсами, которые затрудняют адаптацию к климатическим воздействиям.

- *Профессиональные группы.* Работники, трудовая деятельность которых осуществляется на открытом воздухе: пожарные и транспортники, сотрудники скорой медицинской помощи, работающие в холодных помещениях.

- *Люди с хроническими заболеваниями.* Уязвимость связана с нарушением адаптационных механизмов, а также с приемом лекарств, затрудняющих регулирование температуры тела [35].

3. Патогенез влияния низких температур и других климатических факторов на развитие ССЗ

Особенностями арктической зоны являются экстремальные природно-климатические условия для человека. Воздействие холода на организм характеризуется несколькими механизмами:

1. В холодную погоду организм может терять тепло быстрее, чем оно вырабатывается, что

расходует накопленную энергию и может привести к гипотермии, определяемой как температура тела ниже 35 °С.

2. Низкие температуры приводят к сужению вен и артерий, что направлено на защиту основной температуры тела, но, в свою очередь, увеличивает нагрузку на сердце и повышает риск сердечно-сосудистых осложнений.

3. При низких температурах кровь становится более вязкой, что обуславливает риск развития тромбозов, включая инфаркт миокарда, инсульты, тромбоз легочной артерии и др.

4. При наличии заболеваний сердца дополнительная нагрузка холодом может привести к нарушениям его ритма⁴.

Гипотермия также вызывает серьезную дисфункцию других жизненно важных органов: повреждение почек, приводящее к почечной недостаточности; головного мозга, способствующее развитию когнитивных нарушений; повреждение печени и мышечной ткани [36].

Риск переохлаждения или смерти от воздействия низких температур связан со способностью тела регулировать свою температуру. Терморегуляция снижается из-за возраста, у лиц с хроническими заболеваниями, а также у курящих, употребляющих алкоголь или наркотики⁵ [37]. Было установлено, что индивидуальная чувствительность к холоду зависит от пола и расы [38]. Кардиореспираторные исходы неспецифичны и имеют много других факторов риска помимо холода. Поэтому часто воздействие низких температур в развитии состояний и смерти упускаются из виду. В результате показатели для здоровья, связанные с низкими температурами могут быть занижены.

Воздействие низких температур и адаптация к ним организма зависят от таких факторов, как температура, физическая активность, загрязнение воздуха и ультрафиолетовое излу-

чение. На риски развития ССЗ у жителей Арктики оказывают влияние сезонные колебания уровня холестерина, норадреналина, катехоламинов и вазопрессина в сыворотке крови, которые имеют тенденцию к повышению в зимний период. Реакции сердечно-сосудистой системы при воздействии низких температур включают повышение симпатического тонуса, что приводит к повышенному высвобождению в кровоток катехоламинов с последующей активацией механизмов, направленных на выработку и сохранение тепла: сужение кожных сосудов, снижение периферической перфузии с повышением перфузии жизненно важных органов. Стимуляция бета-адренорецепторов вызывает тремор, повышающий теплопродукцию, и в то же время приводит к повышению сердечного выброса, частоты сердечных сокращений и повышению артериального давления (наряду с периферической вазоконстрикцией). При хроническом воздействии низких температур вазопрессорный эффект снижается. Происходит прогрессирующее повышение общего периферического сопротивления сосудов, нарастающее снижение сердечного выброса за счет брадикардии и гиповолемии. Последнее является результатом уменьшения объема плазмы и внутриклеточной гипергидратации. При воздействии низких температур, наряду с брадикардией, происходит снижение спонтанной деполяризации клеток водителя ритма и скорости проводимости, что приводит к блокаде сердца, удлинению интервалов *PR*, *QRS* и *QT*, фибрилляции предсердий и желудочковой аритмии. Возможности холодовой адаптации человека во многом зависят от возраста, наличия хронических заболеваний, метаболических нарушений (ожирение, низкая масса тела, сахарный диабет), употребления алкоголя, дополнительных климатических воздействий (влажность, ветер, атмосферное давление). Изучение адаптационных механизмов к холодному стрессу демонстрирует этническое отличие реакций терморегуляции европеоидов и эскимосов, что предполагает наличие генотипических и фенотипических различий [39].

Патогенез поражения сердечно-сосудистой системы под влиянием холода связан с развитием эндотелиальной дисфункции. Низкие температуры влияют на эндотелиальную синтазу оксида азота и биодоступность оксида азота, вызывают вазодилатацию, активацию провоспа-

⁴CDC. Hypothermia [website]. Atlanta, GA: U.S. Centers for Disease Control and Prevention (updated 3 December 2012). Available: <http://emergency.cdc.gov/disasters/winter/staysafe/hypothermia.asp> [accessed 30 September 2015]

⁵Berko J., et al. Deaths attributed to heat, cold, and other weather events in the United States, 2006–2010. National Health Statistics Reports, No. 76. Hyattsville, MD: National Center for Health Statistics, U.S. Centers for Disease Control and Prevention (30 July 2014). Available: <http://www.cdc.gov/nchs/data/nhsr/nhsr076.pdf> [accessed 30 September 2015]

лительного фактора транскрипции ядерного фактора-κВ, приводят к нарушению сосудорасширяющей функции эндотелия [40–42].

В числе патогенетических механизмов сердечно-сосудистых нарушений рассматривают роль витамина D в развитии артериальной гипертензии [43]. Уровень 25-(ОН)D увеличивается летом и весной и постепенно снижается осенью и зимой. Несколько клинических и эпидемиологических исследований показали, что существует связь между гипертензией и низким уровнем витамина D [44]. R. Krause и др. установили, что облучение ультрафиолетом 3 раза в неделю в течение 6 нед повышает уровень 25(ОН)D и параллельно приводит к снижению систолического и диастолического АД [45]. Исследование, включившее 148 пожилых женщин с дефицитом витамина D, выявило снижение систолического артериального давления на 9,3 % при приеме витамина D и кальция [46]. Y.C. Li и соавт. установили, что витамин D является мощным эндокринным супрессором биосинтеза ренина, регулирующим ренин-ангиотензиновую систему (РАС). Мыши, лишённые рецептора витамина D (VDR), имеют повышенную выработку ренина и ангиотензина II (ANG II), что приводит к повышению жесткости сосудистой стенки, гипертензии, гипертрофии сердца и повышенному потреблению воды [47].

В сезонных колебаниях артериального давления принимают участие гормоны и вазоактивные вещества, такие как вазопрессин, норадреналин, адреналин, ангиотензин II, альдостероны и катехоламины. В ходе исследований были выявлены более высокие уровни норадреналина в крови пациентов с артериальной гипертензией, а также увеличение экскреции катехоламинов и натрия с мочой в зимний период в сравнении с летним [48]. В зимний период в сравнении с летним выявлено увеличение уровня плазменного альдостерона на 59 %, норадреналина плазмы на 19 %, адреналина плазмы на 2% и активности ренина плазмы на 17 %. При воздействии температуры 4 °С в течение 30 мин у пациентов отмечалось снижение в крови уровня вазопрессина [49]. Воздействие умеренного холода (4 °С в течение 1 ч) или сильного холода (погружение рук в воду 0 °С на 10 мин) сопровождалось повышением АД, уровней альдостерона, кортизола и норадреналина [50].

Известна роль холестерина в развитии сердечно-сосудистой патологии. В проведенных

исследованиях выявлены значительные сезонные колебания уровня холестерина и липопротеинов низкой плотности (ЛПНП) в плазме с более высокими значениями зимой [51]. Сезонная вариабельность холестерина в крови не зависела от возраста, пола, индекса массы тела, общего рациона питания и физической активности [52]. Анализ 29 исследований выявил более высокий уровень общего холестерина, ЛПНП, глюкозы крови натощак зимой в сравнении с летом. Вариабельность показателей была более выраженной в климате с заметным повышением среднемесячного атмосферного давления зимой по сравнению с летом и в регионах с повышенной влажностью [51].

Среди факторов риска развития ССЗ при низких температурах воздуха необходимо выделить снижение физической активности в зимний период [51].

Загрязнение воздуха вредными веществами способствует развитию окислительного стресса с последующим системным воспалением, что является патогенетическим звеном многих ССЗ [53]. Постоянные концентрации общего количества взвешенных частиц и диоксида серы в проведенных исследованиях были связаны с повышением систолического артериального давления [54]. Было показано, что воздействие загрязненного воздуха вызывает вазоконстрикцию, приводит к повышению уровня эндотелина-1 в плазме, повышению активности симпатической нервной системы [55].

Заключение. Роль внешних климатических факторов в развитии ССЗ у лиц, проживающих в Арктике, нуждаются в дальнейшем изучении. Необходимо продолжать мониторингование заболеваемости населения, включая оценку ССЗ. Данные биомониторинга необходимо генерировать в рамках скоординированного международного подхода к изучению факторов, негативно влияющих на здоровье населения Арктики, в том числе развития ССЗ.

Здоровье населения Арктики зависит от многих причин, в том числе от адаптации организма к экстремальным условиям среды обитания, социально-бытовых условий, экологии, образа жизни и питания, доступности медицинской помощи и лекарственного обеспечения. Меры предосторожности, такие как адекватное отопление помещений, ношение защитной одежды, рациональная диета, регулярная физическая активность являются мерами профилактики ССЗ в регионе.

Сведения об авторах:

Орлова Наталья Васильевна – доктор медицинских наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 117997, г. Москва, ул. Островитянова, д. 1, ученый секретарь рабочей группы «Кардионеврология» Российского кардиологического общества, заместитель председателя Московского отделения Российского медицинского общества по артериальной гипертонии, e-mail: vrach315@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-4293-3285; SPIN 8775-1299

Сапожников Степан Андреевич – соискатель кафедры факультетской терапии, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 117997, г. Москва, ул. Островитянова, д. 1, e-mail: sas1387@mail.ru, SPIN 9361-5634

Information about the authors:

Natalia V. Orlova - Dr. of Sci. (Med.), Professor, Pirogov Russian National Research Medical University, 1 Ostrovityanova str., Moscow, 117997, e-mail: vrach315@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-4293-3285; SPIN 8775-1299.

Stepan A. Sapozhnikov - candidate of the Department of faculty therapy, Pirogov Russian National Research Medical University, 1 Ostrovityanova str., Moscow, 117997, e-mail: sas1387@mail.ru, SPIN 9361-5634

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Author contribution. All authors according to the ICMJE criteria participated in the development of the concept of the article, obtaining and analyzing factual data, writing and editing the text of the article, checking and approving the text of the article.

Потенциальный конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Disclosure. The authors declare that they have no competing interests.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Климова Т.М., Софронова С.И., Кузьмина А.А. и др. Динамика медико-демографических показателей и особенности смертности населения в арктической зоне республики Саха (Якутия) за 2000-2019 гг. // *Якутский медицинский журнал*. 2022. № 2. С. 76–81 [Klimova T.M., Sofronova S.I., Kuzmina A.A., etc. Dynamics of medical and demographic indicators and features of population mortality in the Arctic zone of the Republic of Sakha (Yakutia) for 2000-2019. *Yakut Medical Journal*, 2022, No. 2, pp. 76–81 (In Russ.)]. doi: 10.25789/YMJ.2022.78.20.
2. Bundgaard J.S., Jørgensen M.E., Andersen K. Dyslipidemia and the preventive potential in the Greenlandic population. *Atheroscler Plus*, 2022, Vol. 51, pp. 22–27. doi: 10.1016/j.athplu.2022.12.003.
3. Rodríguez J., Willmes C., Mateos A. Shivering in the Pleistocene. Human adaptations to cold exposure in Western Europe from MIS 14 to MIS 11. *J Hum Evol.*, 2021, Vol. 153, P. 102966. doi: 10.1016/j.jhevol.2021.102966.
4. Schraer C.D., Adler A.I., Mayer A.M., Halderson K.R., Trimble B.A. Diabetes complications and mortality among Alaska Natives: 8 years of observation. *Diabetes Care*, 1997, Vol. 20, № 3, pp. 314–321. doi: 10.2337/diacare.20.3.314.
5. Brändström H. Accidental cold-related injury leading to hospitalization in northern Sweden: an eight-year retrospective analysis. *Scand J. Trauma Resusc Emerg Med.*, 2014, Vol. 26, № 6. doi: 10.1186/1757-7241-22-6.
6. Chau P.H., Wong M., Woo J. Challenge to long term care for the elderly: cold weather impacts institutional population more than community-dwelling population. *J Am Med Dir Assoc.*, 2012, Vol. 13, № 9, pp. 7887–7893. doi: 10.1016/j.jamda.2012.08.007.
7. Phu Pin S., Golmard J.L. Excess winter mortality in France: influence of temperature, influenza like illness, and residential care status. *J Am Med Dir Assoc.*, 2012, Vol. 13, № 3, P. 309, P. e1-307. doi: 10.1016/j.jamda.2011.06.005.
8. Nunes AR. The contribution of assets to adaptation to extreme temperatures among older adults. *PLoS One*. 2018, Vol. 13, № 11 P. e0208121. doi: 10.1371/journal.pone.0208121.
9. Howden-Chapman P. Effect of insulating existing houses on health inequality: cluster randomised study in the community. *BMJ*, 2007, Vol. 334, № 7591, P. 460. doi: 10.1136/bmj.39070.573032.80.
10. Bhaskaran K., Hajat S. Effects of ambient temperature on the incidence of myocardial infarction. *Heart*, 2009, Vol. 95, № 21, pp.1760–1769. doi: 10.1136/hrt.2009.175000.
11. Medina-Ramón M., Zanobetti A. Extreme temperatures and mortality: assessing effect modification by personal characteristics and specific cause of death in a multi-city case-only analysis. *Environ Health Perspect*, 2006, Vol. 114, № 9, pp. 1331–1336. doi: 10.1289/ehp.9074.
12. von Klot S., Zanobetti A. Influenza epidemics, seasonality, and the effects of cold weather on cardiac mortality. *Environ Health*, 2012, Vol. 1, № 11, P. 74. doi: 10.1186/1476-069X-11-74.
13. Madrigano J., Mittleman M.A. Temperature, myocardial infarction, and mortality: effect modification by individual- and area-level characteristics. *Epidemiology*, 2013, Vol. 24, № 3, pp. 439–446. doi: 10.1097/EDE.0b013e3182878397.
14. Kotecki P., Więkowska B., Stawińska-Witoszyńska B. The Impact of Meteorological Parameters and Seasonal Changes on Reporting Patients with Selected Cardiovascular Diseases to Hospital Emergency Departments: A Pilot Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2023, Vol. 20, № 6, P. 4838. doi: 10.3390/ijerph20064838.
15. Alahmad B., Khraishah H., Royé D. Associations Between Extreme Temperatures and Cardiovascular Cause-Specific Mortality: Results From 27 Countries. *Circulation*. 2023, Vol. 147, № 1, pp. 35–46. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.122.061832.

16. Åström D.O., Forsberg B., Edvinsson S., Rocklöv J. Acute fatal effects of short-lasting extreme temperatures in Stockholm, Sweden: evidence across a century of change. *Epidemiology*. 2013 Nov;24(6):820–9. doi: 10.1097/01.ede.0000434530.62353.0b.
17. Chen H., Zhang X. Influences of temperature and humidity on cardiovascular disease among adults 65 years and older in China. *Front Public Health*, 2023, Vol. 10, P. 1079722. doi: 10.3389/fpubh.2022.1079722.
18. Chen R., Wang C. Both low and high temperature may increase the risk of stroke mortality. *Neurology*, 2013, Vol. 81, № 12, pp. 1064–1070. doi: 10.1212/WNL.0b013e3182a4a43c.
19. Ma W., Yang C. The impact of the 2008 cold spell on mortality in Shanghai, China. *Int J Biometeorol*. 2013, Vol. 57, № 1, pp. 179–184. doi: 10.1007/s00484-012-0545-7.
20. Xu R., Shi C., Wei J., Lu W., Li Y., Liu T., Wang Y., Zhou Y., Chen G., Sun H., Liu Y. Cause-specific cardiovascular disease mortality attributable to ambient temperature: A time-stratified case-crossover study in Jiangsu province, China. *Ecotoxicol Environ Saf.*, 2022, Vol. 236, P. 113498. doi: 10.1016/j.ecoenv.2022.113498.
21. Ye X., Wolff R. Ambient temperature and morbidity: a review of epidemiological evidence. *Environ Health Perspect*, 2012, Vol. 120, № 1, pp. 19–28. doi: 10.1289/ehp.1003198.
22. Ma W., Xu X. Impact of extreme temperature on hospital admission in Shanghai, China. *Sci Total Environ*, 2011, Vol. 409, № 19, pp. 3634–3637. doi: 10.1016/j.scitotenv.2011.06.042.
23. Kolb S., Radon K. The short-term influence of weather on daily mortality in congestive heart failure. *Arch Environ Occup Health*, 2007, Vol. 62, № 4, pp. 169–176. doi: 10.3200/AEOH.62.4.169-176.
24. Qiu H., Yu I.T. Is greater temperature change within a day associated with increased emergency hospital admissions for heart failure? *Circ Heart Fail*, 2013, Vol. 6, № 5, pp. 930–935. doi: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.113.000360.
25. Stergiou G.S., Palatini P., Modesti P.A. Seasonal variation in blood pressure: Evidence, consensus and recommendations for clinical practice. Consensus statement by the European Society of Hypertension Working Group on Blood Pressure Monitoring and Cardiovascular Variability. *J Hypertens*, 2020, Vol. 38, № 7, pp. 1235–1243. doi: 10.1097/HJH.0000000000002341.
26. Narita K., Hoshida S., Kario K. Seasonal variation in blood pressure: current evidence and recommendations for hypertension management. *Hypertens Res*. 2021, Vol. 44, № 11, pp. 1363–1372. doi: 10.1038/s41440-021-00732-z.
27. Halonen J.I., Zanobetti A. Relationship between outdoor temperature and blood pressure. *Occup Environ Med.*, 2011, Vol. 68, № 4, pp. 296–301. doi: 10.1136/oem.2010.056507.
28. Alperovitch A., Lacombe J.M. Relationship between blood pressure and outdoor temperature in a large sample of elderly individuals: the Three-City study. *Arch Intern Med*. 2009, Vol. 169, № 1, pp. 75–80. doi: 10.1001/archinternmed.2008.512.
29. Kimura T., Senda S. Seasonal blood pressure variation and its relationship to environmental temperature in healthy elderly Japanese studied by home measurements. *Clin Exp Hypertens.*, 2010, Vol. 32, № 1, pp. 8–12. doi: 10.3109/10641960902929479.
30. Cheng T.O. Myocardial infarction and the weather: a significant positive correlation between the onset of heart infarct and 28 KHz atmospheric--a pilot study. *Clin Cardiol.*, 1985, Vol. 8, № 10, pp. 510. doi: 10.1002/clc.4960081002.
31. Xin M., Zhang S., Zhao L., Jin X., Kim W., Cheng X.W. Circadian and seasonal variation in onset of acute myocardial infarction. *Medicine (Baltimore)*. 2022, Vol. 101, № 28, e29839. doi: 10.1097/MD.00000000000029839
32. Ruhenstroth-Bauer G., Baumer H. Myocardial infarction and the weather: a significant positive correlation between the onset of heart infarct and 28 KHz atmospheric--a pilot study. *Clin Cardiol.*, 1985, Vol. 8, № 3, pp. 149–151. doi: 10.1002/clc.4960080305.
33. Mohammad M.A., Koul S., Rylance R., Fröbert O., Alfredsson J., Sahlén A., Witt N., Jernberg T., Muller J., Erlinge D. Association of Weather With Day-to-Day Incidence of Myocardial Infarction: A SWEDEHEART Nationwide Observational Study. *JAMA Cardiol.*, 2018, Vol. 11, № 3, 1081–1089. doi: 10.1001/jamacardio.2018.3466.
34. Hu X.F., Laird B.D., Chan H.M. Mercury diminishes the cardiovascular protective effect of omega-3 polyunsaturated fatty acids in the modern diet of Inuit in Canada. *Environ Res*. 2017, Vol. 152, pp. 470–477. doi: 10.1016/j.envres.2016.06.001.
35. Crimmins, A., Balbus J., J.L USGCRP. *Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Assessment*. Eds. U.S. Global Change Research Program, Washington, DC, 2016, 312 pp. doi: dx.doi.org/10.7930/J0R49NQX.
36. Peiris A.N., Jaroudi S., Gavin M. Hypothermia. *JAMA*, 2018, Vol. 319, № 12, pp. 1290. doi: 10.1001/jama.2018.0749.
37. Benmarhnia T. Vulnerability to heat-related mortality: a systematic review, meta-analysis, and meta-regression analysis. *Epidemiology*, 2015, Vol. 26, № 6, pp. 781–793. doi:10.1097/EDE.0000000000000375.
38. Basu R. High ambient temperature and mortality: a review of epidemiologic studies from 2001 to 2008. *Environ Health*. 2009, Vol.16, № 8, pp. 40. doi:10.1186/1476-069X-8-40.
39. Taylor N. A. S. Ethnic differences in thermoregulation: Genotypic versus phenotypic heat adaptation. *Journal of Thermal Biology*. 2006, Vol. 31, № 1, 90–104. doi: 10.1016/j.jtherbio.2005.11.007.
40. Argacha J.F., Bourdrel T., van de Borne P. Ecology of the cardiovascular system: A focus on air-related environmental factors. *Trends Cardiovasc Med*. 2018, 28(2):112–126. doi: 10.1016/j.tcm.2017.07.013.
41. Tang L.L., Yang X., Yu S.Q. Aldosterone-stimulated endothelial epithelial sodium channel (EnNaC) plays a role in cold exposure-induced hypertension in rats. *Front Pharmacol*. 2022, 13:970812. doi: 10.3389/fphar.2022.970812.
42. Keenan K., Hoffman M., Dullen K., O'Brien K.M. Molecular drivers of mitochondrial membrane proliferation in response to cold acclimation in threespine stickleback. *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol*. 2017, Vol. 203, pp. 109–114. doi: 10.1016/j.cbpa.2016.09.001.
43. Gullah M.I., Uwaifo G.I. Does vitamin d deficiency cause hypertension? Current evidence from clinical studies and potential mechanisms. *Int J Endocrinol*. 2010. Vol. 2010. P. 579640. doi: 10.1155/2010/579640.

44. Ahmadi H., Arabi A. Association between vitamin D and cardiovascular health: Myth or Fact? A narrative review of the evidence. *Womens Health (Lond)*. 2023 Jan-Dec;19:17455057231158222. doi: 10.1177/17455057231158222.
45. Krause R., Bühring M. Ultraviolet B and blood pressure. *Lancet*. 1998, Vol. 29, № 352, pp. 709–710. doi: 10.1016/S0140-6736(05)60827-6.
46. Pfeifer M., Begerow B. Effects of a short-term vitamin D(3) and calcium supplementation on blood pressure and parathyroid hormone levels in elderly women. *J Clin Endocrinol Metab*. 2001, Vol. 86, № 4, pp. 1633–1637. doi: 10.1210/jcem.86.4.7393.
47. Li Y.C., Qiao G. Vitamin D: a negative endocrine regulator of the renin-angiotensin system and blood pressure. *J Steroid Biochem Mol Biol*. 2004, Vol. 89–90, № 1–5. P. 387–392. doi: 10.1016/j.jsbmb.2004.03.004.
48. Ziegelasch N., Vogel M., Siekmeyer W., Billing H., Dähnert I., Kiess W. Seasonal variation of blood pressure in children. *Pediatr Nephrol*. 2021, 36(8):2257–2263. doi: 10.1007/s00467-020-04823-w. Epub 2020 Nov 19.
49. Wittert G.A., Or H.K. Vasopressin, corticotrophin-releasing factor, and pituitary adrenal responses to acute cold stress in normal humans. *J Clin Endocrinol Metab*. 1992. Vol. 75, № 3. P. 750–755. doi: 10.1210/jcem.75.3.1517364.
50. Hiramatsu K., Yamada T., Katakura M. Acute effects of cold on blood pressure, renin-angiotensin-aldosterone system, catecholamines and adrenal steroids in man. *Clin Exp Pharmacol Physiol*. 1984. Vol. 11, № 2. P. 171–179. doi: 10.1111/j.1440-1681.1984.tb00254.x.
51. Kuzmenko N.V., Shchegolev B.F. Dependence of Seasonal Dynamics in Healthy People's Circulating Lipids and Carbohydrates on Regional Climate: Meta-Analysis. *Indian J Clin Biochem*. 2022, 37(4):381–398. doi: 10.1007/s12291-022-01064-6.
52. Blüher M., Hentschel B. Influence of dietary intake and physical activity on annual rhythm of human blood cholesterol concentrations. *Chronobiol Int*. 2001. Vol. 18, № 3. P. 541–557. doi: 10.1081/cbi-100103975.
53. Garriga A., Sempere-Rubio N., Molina-Prados M.J., Faubel R. Impact of Seasonality on Physical Activity: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Dec 21;19(1):2. doi: 10.3390/ijerph19010002.
54. Yang B.Y., Qian Z., Howard S.W., Vaughn M.G., Fan S.J., Liu K.K., Dong G.H. Global association between ambient air pollution and blood pressure: A systematic review and meta-analysis. *Environ Pollut*, 2018, Vol. 235, pp. 576–588. doi: 10.1016/j.envpol.2018.01.001
55. Brook R.D., Brook J.R. Inhalation of fine particulate air pollution and ozone causes acute arterial vasoconstriction in healthy adults. *Circulation*. 2002, Vol. 105, № 13, pp. 1534–1536. doi: 10.1161/01.cir.0000013838.94747.64.

УДК 573.6-615.03
<https://doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-2-18-31>

МОРСКИЕ ГИДРОБИОНТЫ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ИСТОЧНИК СРЕДСТВ ПРОФИЛАКТИКИ РАДИАЦИОННО-ИНДУЦИРОВАННЫХ НАРУШЕНИЙ

^{1,2}С.Ф. Половов*, ¹Л.А. Иванушко, ¹Т.П. Смолина

¹Дальневосточный филиал Государственного научно-исследовательского испытательного института военной медицины, г. Владивосток, Россия

²Дальневосточный федеральный университет (ДФУ), Школа медицины, Департамент клинической медицины, г. Владивосток, Россия

ВВЕДЕНИЕ: В современных условиях обстановки нестабильного мира возрастает угроза возникновения техногенных аварий на объектах ядерной энергетики, что требует активного поиска радиопротекторов, соответствующих требованиям безопасности, эффективности и надежности их применения при воздействии на организм ионизирующего излучения. Внимание исследователей этого направления на протяжении последних десятилетий привлекают биологически активные вещества (БАВ) из морских гидробионтов, представителями которых являются тритерпеновые гликозиды (голотурия) и сульфатированные полисахариды (фукоиданы бурых морских водорослей).

ЦЕЛЬ: Изучение и обобщение отечественного и мирового опыта, накопленного в результате проводимых исследований в России и за рубежом; поиск путей предотвращения, минимизации негативных пострадиационных эффектов и коррекции этих нарушений с помощью биологически активных соединений, полученных из морских гидробионтов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ: Используются материалы отечественных и зарубежных авторов, охватывающие исторический период от начала создания атомного оружия до новейшей истории, характеризующейся угрозой применения «грязных бомб», террористических атак на мирные объекты атомной энергетики (АЭС). Поиск проводился по международным и российским базам данных (PubMed, eLIBRARY.RU), а также выборке статей по поисковому запросу (см. ключевые слова).

РЕЗУЛЬТАТЫ: Установлено, что полисахариды и полифенольные соединения занимают ведущее место во многих публикациях ввиду их низкой токсичности сравнительно с другими природными или коммерческими радиозащитными агентами. Дана оценка связи ключевых радиопротекторных свойств (антиоксидантное, антирадикальное, противовоспалительное, антистрессорное) с радиозащитной активностью БАВ. Охарактеризованы механизмы действия различных радиопротекторов.

ОБСУЖДЕНИЕ: До настоящего времени сохраняет актуальность проблема практической фармакологии – создание эффективных препаратов противорадиационной защиты человека. В кризисных (аварийных) условиях применение радиопротекции и поддержка гемопозитической функции организма являются важнейшим фактором в исходе борьбы организма за выживание. Однако кроме аварийных ситуаций в последнее время в научной среде часто упоминается новое предназначение радиозащитных средств как средств профилактики поражений, вызываемых низкодозовым и хроническим облучением. Результаты научных экспериментов во всем мире свидетельствуют о едином мнении российских и зарубежных ученых относительно позитивного радиопротекторного действия разных групп БАВ из морских гидробионтов (тритерпеновые гликозиды, сульфатированные полисахариды, хитозан и др.). Вместе с тем обсуждаются разнонаправленные научные подходы к оценке воздействия на организм хронического и малодозового облучения («радиационного гормезиса» и «беспороговой концепции радиационного эффекта»). Предложенные для дискуссии научные взгляды на единую проблему предполагают актуальность дальнейшего научного поиска путей преодоления негативного влияния эффектов радиоиндуцированного повреждения биологического организма.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: Морские гидробионты могут рассматриваться как высокоперспективный источник биологически активных веществ для создания фармацевтических препаратов. Разнообразный спектр их биологической активности обуславливает интерес к ним ученых во всем мире. Пристальное внимание отечественных ученых к данной теме обусловлено рядом причин: выгодное географическое расположение (непосредственное прилегание акватории Тихого океана к границам Дальнего Востока и Приморского края), экономичность добычи сырья и производства биологической субстанции, быстрая естественная воспроизводимость ресурсной базы, а также превосходство биологических свойств получаемого материала над зарубежными аналогами.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: морская медицина, ионизирующее излучение, хроническое малодозовое облучение, радиопротекторы, гидробионты, биологически активные вещества (БАВ), тритерпеновые гликозиды, сульфатированные полисахариды, фукоиданы, хитозан

© Авторы, 2023. Издатель ООО Балтийский медицинский образовательный центр. Данная статья распространяется на условиях «открытого доступа», в соответствии с лицензией ССВУ-NC-SA 4.0 («Attribution-NonCommercial-ShareAlike» / «Атрибуция-Некоммерчески-Сохранение Условий» 4.0), которая разрешает неограниченное некоммерческое использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии указания автора и источника. Чтобы ознакомиться с полными условиями данной лицензии на русском языке, посетите сайт: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.ru>

*Для корреспонденции: Половов Сергей Федорович, e-mail: polovovsf@mail.ru

*For correspondens: Sergey F. Polovov, e-mail: polovovsf@mail.ru

Для цитирования: Половов С.Ф., Иванушко Л.А., Смолина Т.П. Морские гидробионты – перспективный источник средств профилактики радиационно-индуцированных нарушений // *Морская медицина*. 2023. Т. 9, № 2. С. 18-31, doi: <https://doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-2-18-31> EDN: <https://elibrary.ru/DLIJGU>

For citation: Polovov S.F., Ivanushko L.A., Smolina T.P. Marine hydrobionts are a perspective source of means for the prevention of radiation-induced disturbances // *Marine Medicine*. 2023. Vol. 9, № 2. P. 18-31, doi: <https://doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-2-18-31> EDN: <https://elibrary.ru/DLIJGU>

MARINE HYDROBIONTS – PROMISING MEANS OF PREVENTING RADIATION-INDUCED DAMAGE

^{1,2}*Sergey F. Polovov* *, ¹*Lyudmila A. Ivanushko*, ¹*Tatyana P. Smolina*

¹Far Eastern State Research and Testing Institute of Military Medicine, Vladivostok, Russia

²Far Eastern Federal University (FEFU), School of Medicine, Department of Clinical Medicine, Vladivostok, Russia

INTRODUCTION: Today unstable world environment increases the threat of technogenic accidents at nuclear power facilities that requires an active search for radioprotectors that meet safety requirements, efficiency and reliability of their operation when exposed to the body of ionizing radiation. Over the past decades scientists of this area have turned their attention to biologically active substances (BAS) from marine hydrobionts, representatives of which are triterpene glycosides (holothuria) and sulfated polysaccharides (brown seaweed fucoidan).

OBJECTIVE: Study and synthesis of domestic and international experience, resulting from ongoing research in Russia and abroad; search for ways to prevent, minimize negative postradiation effects and correct these damages using biologically active compounds, derived from marine hydrobionts.

MATERIALS AND METHODS: The study used materials of domestic and foreign authors, covering the historical period from building an atomic weapon to modern times, characterized by the threat of using “dirty bombs”, terrorist attacks on peaceful nuclear power facilities (NPF). Search terms include international and Russian database (PubMed, eLIBRARY.RU) and also search queries (see keywords).

RESULTS: It was found that polysaccharides and polyphenolic compounds occupy a leading place in many publications due to their low toxicity compared to other natural and commercial radioprotective agents. The study assesses the relationship between key radioprotective properties (antioxidant, antiradical, anti-inflammatory, anti-stress) and BAS radioprotective activity. It outlines action mechanisms of different radioprotectors.

DISCUSSION: To date, the issue of practical pharmacology remains relevant – creating effective drugs of radiation protection. In crisis (emergency) conditions radioprotection use and support of body hematopoietic function are the crucial factor in the outcome of the body struggling for survival. However, in addition to emergency a new purpose of radioprotectors has been often mentioned in the scientific community in recent times – as means of lesion prevention, caused by low-dose and chronic exposure. The results of scientific experiments around the world demonstrates the consensus view within Russian and foreign scientists regarding a positive radioprotective effect of different BAS groups from marine hydrobionts (triterpene glycosides, sulfated polysaccharides, chitosan, etc.). However, there is a discussion of divergent scientific approaches to assessing the impact of chronic and low-dose exposure (“radiation hormesis” and “non-threshold concept of radiation effect”) on the body. The views on a single problem, proposed for discussion, suggest the relevance of further scientific research for ways to overcome the negative impact of radiation-induced damage effects to biological organisms.

CONCLUSION: Marine hydrobionts can be considered as a highly promising source of biologically active substances for creating pharmaceutical drugs. Diverse spectrum of their biological activity causes scientific interest around the world. Domestic scientists pay close attention to the subject due to several reasons: favorable geographical location (the Pacific Ocean, contiguous to the borders of the Far East and Primorsky Krai), cost-effectiveness of raw material extraction and biological substance production, fast natural reproducibility of the resource base as well as advantages of biological properties in the resulting material over foreign analogues.

KEYWORDS: marine medicine, ionizing radiation, chronic low-dose exposure, radioprotectors, hydrobionts, biologically active substances (BAS), triterpene glycosides, sulfated polysaccharides, fucoidans, chitosan

Введение. Историческая актуальность. Прогресс в области атомной энергетики, стимулирующий развитие промышленных отраслей, медицины, позволяет успешно решать проблему восполнения энергетических ресур-

сов. Однако вместе с этим сохраняется вероятность возникновения аварийных ситуаций при технической эксплуатации объектов атомной энергетики и ядерных силовых установок, особенно в условиях нестабильного мира.

За время применения радиоактивных веществ в различных сферах деятельности накоплен опыт ликвидации последствий аварий, связанных с нарушением технологии и правил обращения с источниками излучений. Различают крупномасштабные радиационные аварии и малые инциденты. Особенности воздействия малодозового облучения на организм определяют трудности и специфичность оказания помощи в случаях малых инцидентов [1].

Помимо общеизвестной аварии в Чернобыле ярким примером радиационного заражения акватории и прибрежной территории может служить авария на атомной электростанции в Фукусиме (Япония), где сейсмическая обстановка является прямой угрозой распространения радиоактивного заражения, в том числе на прилегающую акваторию. Эта угроза для биологических объектов сохранится по расчетам ученых около 40 лет. Материальные затраты на реализацию мероприятий «санации» могут составить свыше 20 триллионов иен [2].

При сравнении этих двух крупнейших аварий (Чернобыльской АЭС и АЭС «Фукусима-1») специалистами отмечено сходство значений как доз гамма-излучения в окружающей среде, так и эффективных доз внешнего облучения сопоставимых групп населения, нормированных на одинаковую поверхностную активность радионуклидов [3].

Следует также упомянуть две аварийные ситуации, следствием которых стало облучение населения Уральского региона. Обе аварии произошли в одном регионе, с интервалом в 6 лет. Первая явилась следствием сброса радиоактивных отходов в реку Течу (1949–1956 гг.), вторая – результатом выброса в атмосферу радиоактивных отходов производственного объединения «Маяк» (1957). В результате жители прибрежных сел реки Течи получили значительные дозы радиации, а медицинские последствия у них регистрировались как в ранние, так и в отдаленные сроки после облучения [4].

В апреле 1986 г., за семь лет до трагедии в Чернобыле, произошла авария на американской атомной электростанции «Три-Майл-Айленд», в которой чудом удалось избежать непоправимых для человечества последствий. По результатам расследования аварии специалистами были сделаны выводы: изначальной причиной случившегося стал отказ оборудования, однако серьезные последствия произошли из-

за неподготовленности персонала к действиям в нештатной ситуации. Инцидент – крупнейший в истории США, затраты на ликвидацию последствий аварии составили около миллиарда долларов [5, 6].

В зонах ответственности флотов ВМФ России имеется значительное количество радиационных объектов, представляющих потенциальную аварийную опасность, способных вызвать превышение нормированного облучения на прилегающих территориях. Угрозу окружающей среде могут представлять нештатные ситуации, возникающие вследствие обращения с отработанным ядерным топливом. Анализ радиационной обстановки, проведенный на отдельных флотах, свидетельствует о ее неустойчивости как по природным, так и по техногенным факторам риска. Это обусловлено как штатным обслуживанием большого количества радиационно опасных объектов, так и утилизацией атомных субмарин, захоронением радиоактивных отходов. В целях минимизации рисков на флотах проводится радиационно-техническая паспортизация территорий и объектов, представляющих радиационную опасность [7].

Вероятность возникновения аварий на объектах, работающих с источниками радиоактивного излучения, следствием чего является поражение радионуклидами рабочего персонала и населения в зоне аварии, диктует необходимость создания специальных препаратов для эффективной защиты – радиопротекторов. Последние должны отвечать ряду требований, которые позволили бы использовать их как в мирных, так и военных целях. Эта необходимость дала старт систематическим всесторонним исследованиям в области радиационной фармакологии. Результаты экспериментов на животных позволили обнаружить вещества, оказывающие высокую противолучевую эффективность [8–10].

Цель. Сбор и анализ информации о биологически активных веществах (БАВ) из морских гидробионтов, которые в будущем могут быть использованы в терапии радиационно-индуцированных повреждений, учитывая их эффективность и минимальную токсичность сравнительно с большинством препаратов, применяемых в настоящее время.

Материалы и методы. Изучены материалы отечественных и зарубежных авторов из ли-

тературных источников, отнесенные к вопросам пострадиационных нарушений иммунной системы, клеточного состава крови и костного мозга; работы по исследованию свойств веществ, обладающих протективным и восстанавливающим действием на объекты наибольшего поражения (клетки органов-мишеней) при воздействии ионизирующего излучения на биологический организм. Использованный ресурс: PubMed, eLIBRARY.RU, выборка статей по поисковому запросу (ключевые слова).

Результаты. В зависимости от источника ионизирующее излучение может быть классифицировано как исходящее из природных источников (естественные радиоактивные материалы, а также солнечное и космическое излучение) или синтетических, включая рентгеновские трубки, ядерные реакторы, ускорители частиц и ядерное оружие.

Радиозащитная эффективность веществ связана с их биофункциональными свойствами, такими как антиоксидантная, антирадикальная, противовоспалительная и антистрессовая активность. Такие свойства, как удаление радикалов, перекисное окисление липидов, апоптоз, повреждение ДНК, уровни глутатиона (гормона-антиоксиданта) и ферментов, таких как каталаза и глутатионпероксидаза, могут предоставлять полезную информацию о радиозащитной активности веществ. Тем не менее, наилучшей стратегией для оценки радиозащитного действия фармакологических средств может быть определение их роли в восстановлении и регенерации эпителия желудочно-кишечного тракта, а также гемопоэтических клеток-предшественников в костном мозге, наиболее радиочувствительном органе, необходимым для поддержания жизни [11, 12].

Радиозащитные препараты разрабатываются на протяжении десятилетий [13]. Некоторые из них нашли применение в клинике [14, 15], но вызывают серьезные побочные эффекты. Другие радиопротекторы также оказывали радиозащитное действие на клетки, мембраны, биомолекулы (ДНК и белки *in vitro*), продемонстрировали многообещающие результаты в лабораторных тестах.

Анализ научных данных в области изучения патогенных эффектов малых доз радиации показывает актуальность дальнейших углубленных медико-экологических исследований в области воздействия низкодозового ионизи-

рующего излучения. В настоящее время один из векторов изучения направлен на разработку радиозащитных агентов, полученных из природных источников, которые оказывают минимальные побочные эффекты на нормальные клетки [16]. Так, например, из растений выделены полисахариды с радиозащитным и иммуностимулирующим действием на иммунные клетки [17, 18].

Известно, что многие соединения природного происхождения обладают способностью стимулировать уровень радиорезистентности организма, активировать репаративные процессы поврежденных систем, мобилизовать противолучевые и общебиологические защитные ресурсы организма [6].

Так, с 1986 по 2019 год было идентифицировано 40 экстрактов и 34 природных соединения, обладающих радиозащитной активностью против УФ-, гамма- и рентгеновских лучей. Эти экстракты и соединения подразделяются на полисахариды, флоротаннины, каротиноиды и микоспориноподобные аминокислоты. Было обнаружено, что макроводоросли и микроводоросли являются доминирующими источниками полисахаридов, флоротаннинов и каротиноидов. Микоспориноподобные аминокислоты в основном были обнаружены в водорослях, губках, морских огурцах и кораллах, которые проявляли значительную способность поглощать УФ-излучение. Эти соединения продемонстрировали ряд радиозащитных механизмов, преимущественно удаление свободных радикалов, ингибирование апоптоза, поглощение УФ-излучения и пути восстановления повреждений ДНК [7, 19, 20].

Гидробионты – объект научного поиска новых радиопротекторов. В последнее время наблюдается повышенный научный интерес к веществам, полученным из морских организмов, так как специфические особенности морской среды обитания приводят к их огромному разнообразию, проявлениям адаптивности, выживаемости. Внимание ученых разных стран морские гидробионты привлекают как источник биологически активных веществ (БАВ) с широким спектром действия на организм человека, а главное – радиопротекторным и иммуномодулирующим [21].

Голотурии (морские огурцы), принадлежащие к классу *Holothuroidea*, являются иглокожими, практически повсеместно встречаются

во всех районах мирового океана. В них содержатся особые химические вещества – тритерпеновые гликозиды (ТГ), которые являются характерными метаболитами этих животных и обуславливают их биологическое действие. С древних времен голотурии и препараты на их основе применяют в качестве лекарств в традиционной восточной медицине, причем их лечебные свойства определенно связывают с ТГ [22]. Усилия химиков, биохимиков, фармакологов сосредоточены в основном на исследовании иммуномодулирующих и противоопухолевых свойств гликозидов как наиболее привлекательных и перспективных для использования их в качестве лекарственных средств¹ [23–25, 26].

Одним из первых гликозидов, оказавшим влияние на функции клеток иммунной системы, был голотурин, являющийся смесью тритерпеновых гликозидов из тропической голотурии *Actinopyga agassizi*. В низких концентрациях он вызывал стимулирование миграции лейкоцитов, усиление реакций фагоцитоза бактерий *Staphylococcus aureus* нейтрофилами человека, а также активирование гемопоэза в костном мозге лягушки [27, 28]. Гликозиды из кукумари японской *Cucumaria japonica* значительно усиливали иммунный ответ у животных в отношении бактериальных инфекций, вызванных различными патогенными микроорганизмами. Было установлено, что смесь кукумариозидов проявляет антибактериальное действие по отношению к бактериям *Escherichia*, *Proteus*, *Salmonella* и *Neisseria*, вызывая повышение фагоцитарной и переваривающей активности макрофагов. Однократное введение кукумариозидов предотвращало гибель мышей при их экспериментальном инфицировании летальными дозами бактерий *Escherichia coli* и *Proteus mirabilis* [29].

Из всех гликозидов кукумари японской самым эффективным оказался кукумариозид А2-2. Авторы полагают, что стимулирующее влияние кукумариозидов на резистентность животных к инфекциям опосредовано механизмами активации фагоцитарной системы макрофагов [30–32]. Очевидно, что тритерпе-

новые гликозиды из голотурий проявляют иммуномодулирующие свойства и стимулируют иммунный ответ, воздействуя на клетки иммунной системы и усиливая реакции фагоцитоза макрофагов.

Морские водоросли считаются богатым источником биофункциональных метаболитов с потенциальной пользой для здоровья, которые использовались при производстве множества потребительских товаров. Метаболиты водорослей широко исследовались в отношении радиозащитного действия. Среди этих природных продуктов полисахариды и полифенольные соединения заняли ведущее место во многих публикациях. Полисахариды из морских водорослей широко используются в пищевых продуктах, косметике и фармацевтических препаратах и широко исследовались на предмет их антиоксидантных, антикоагулянтных, радиозащитных, противораковых, противовирусных и противоаллергических свойств [32, 34].

Многие из этих функциональных молекул содержат сульфатные группы, и известны как сульфатированные полисахариды (СП). Бурые водоросли (*Phaeophyta*) содержат СП, к которым относятся фукоидан, сульфатированные альгинаты, сульфатированные галактаны, саргассан, аскофиллан и глюкуроноксилофукан. Красные водоросли содержат СП, включающие галактаны, каррагинаны и сульфатированные маннаны. Зеленые водоросли содержат сульфатированные гетерополисахариды, состоящие из галактозы, ксилозы, глюкозы, арабинозы, глюкуроновой кислоты и маннозы [33, 35]. Так, СП из морских водорослей привлекли значительное внимание из-за их нетоксичности по сравнению с другими природными или коммерческими радиозащитными агентами. Было обнаружено, что полисахариды при воздействии ионизирующего излучения реагируют с активными формами кислорода, образующимися при ионизации воды и других молекул. Например, каррагинан, присутствующий в красных водорослях, претерпевал структурные изменения после облучения γ -лучами [35, 36] и защищал мышей от повреждений, вызванных протонным излучением [36, 37]. Также было обнаружено, что альгинаты претерпевают структурные изменения (образование двойной связи в пиранозном кольце) после облучения гамма-лучами [38]. Продукты, содержащие альгинат вместе с витаминами-антиоксидантами,

¹Аминин Д.Л. Молекулярные механизмы иммуномодулирующего действия кукумариозидов А2-2 и созданного на его основе лекарственного средства кумазид. Дис. ... докт. биол. наук. Владивосток, 2018. 310 с.

давали людям, пострадавшим от воздействия радиации во время Чернобыльской аварии, для снижения рисков от облучения [39]. Альгинаты не претерпевают метаболической деградации и не усваиваются организмом, поэтому не представляют нежелательного риска здоровью [40].

Бурые водоросли морей Дальнего Востока России являются богатым легко возобновляемым источником уникальных по структуре и свойствам полисахаридов (ламинаранов, альгиновых кислот, фукоиданов). В последние десятилетия объектом интенсивного исследования стали сульфатированные полисахариды (СПС) бурых водорослей – фукоиданы. Структура этих биополимеров может быть различной в зависимости от вида водоросли, сезона сбора, мест ее произрастания и других факторов. Их биологическая активность зависит от структуры (разветвленности), степени сульфатирования, моносахаридного состава, типа связи [41, 42].

Основанием для выбора СПС и, в частности, фукоиданов, может служить то, что последние имеют важные для иммуномодуляторов свойства: естественное происхождение, низкую токсичность, способность легко метаболизироваться и выводиться из организма, хорошую совместимость с другими лекарственными средствами, отсутствие сенсбилизации и индуцирования иммунопатологических реакций, возможность орального метода введения. В ходе ранее проведенных исследований авторами разных стран было установлено, что фукоиданы обладают ярко выраженным иммуномодулирующим и радиозащитным действием, подавляют свободно-радикальное окисление, индуцированное облучением, и, являясь антиоксидантами, обеспечивают протекцию мембраны иммунных клеток и клеток крови [5, 43–45].

Проведена оценка радиозащитного действия фукоидана, выделенного из бурой водоросли *Fucus evanescens*, регистрируемого по восстановлению супрессированного кроветворения. Установлено, что введение мышам фукоидана через 1 ч после облучения в сублетальной дозе приводит к статистически значимому увеличению количества эндогенных колоний в селезенке и ее массы на 9-е сутки после облучения, что свидетельствует о возможности более раннего восстановления кроветворения [46].

Lee J. и соавт. показали, что фукоидан при профилактическом введении в дозе 100 мг/кг массы тела значительно увеличивал выжива-

емость мышей, подвергшихся однократному тотальному облучению, что сопровождалось увеличением количества клеток костного мозга (ККМ) и эндогенных колониеобразующих единиц (КОЕ) на 9-й день после облучения. Сделан вывод, что повышенная выживаемость мышей, подвергшихся облучению всего тела и предварительно получивших фукоидан, может быть связана с положительным влиянием фукоидана на жизнеспособность, пролиферацию и/или подвижность гемопоэтических клеток, возможно, за счет антиоксидантных или противопалительных механизмов [47].

Было изучено радиозащитное действие фукоидана по отношению к ККМ и показано, что фукоидан, выделенный из *Fucus vesiculosus*, значительно увеличивал их жизнеспособность. С помощью цитометрического исследования выяснено, что повышенная жизнеспособность ККМ, обработанных фукоиданом, была связана с ингибированием радиационно-индуцированного апоптоза. Кроме того, фукоидан влиял на продукцию цитокинов из ККМ и увеличивал способность ККМ индуцировать пролиферацию аллогенных спленоцитов [48].

Исследователями отмечена эффективность использования фукоидана из *Sargassum hemiphyllum* (200 мг/кг перорально) в качестве профилактического средства за 3 дня до и через 14 дней после облучения. Количество нейтрофилов и макрофагов в тканях легких уменьшалось, а уровень цитокина IL-1 облученных (10 Гр) мышей С57BL/6, получавших фукоидан, снижался [49].

Полученные результаты научных исследований следует должным образом учитывать и использовать при разработке новых радиозащитных средств, характеризующихся высокой эффективностью и низкой токсичностью.

Известно, что макроводоросли обладают различной радиозащитной активностью. Так, экстракт бурых водорослей *Hizikia fusiforme* в концентрации 6,3 мкг/мл ингибировал апоптоз и повреждение ДНК у мышей С57BL/6 и проявлял свою способность защищать спленоциты при воздействии 1,5 Гр гамма-излучения [50].

Экстракты из красных водорослей, таких как *Callophyllis*, обладают радиозащитными свойствами. Этилацетатная фракция *Callophyllis japonica* увеличивала выживаемость мышей, подвергшихся воздействию гамма-излучения [51], ингибировала перекисное окисление ли-

пидов мышей линии BALB/c при воздействии γ -излучения (12 Гр) [52]. Экстракты микроводорослей также проявляли аналогичные радиозащитные свойства. В более ранних исследованиях использовали воздействие этанольного экстракта (1–5 мг/г 3 раза с интервалом 4–5 часов) *Spirulina platensis* на клетки костного мозга мышей, облученных гамма-лучами (250 рад, мощность дозы 48 рад/мин). Это исследование показало уменьшение количества микроядерных клеток костного мозга вследствие антимуtagenной способности и стимуляции репарации (увеличение количества полихроматических эритроцитов) [53]. Продукт из *Chlamydomonas reinhardtii* также продемонстрировал радиозащиту от 6-часового гамма-излучения (0,49–1677 мГр/ч) за счет снижения образования активных форм кислорода (АФК) при окислительном стрессе, активируя систему окислительной защиты и изменения митохондриального метаболизма [54].

Полифенольные соединения, выделенные из морских водорослей, обладают разнообразной биологической активностью, включая антиоксидантную, радиозащитную, противораковую, противовоспалительную, антидиабетическую и антигипертензивную [55]. Так, было выделено большое количество полифенольных соединений различной структуры, которые подразделяют на фенольные кислоты, флоротаннины, лигнинны, лигнаны, стильбены, флавоноиды, галогенированные фенольные соединения и другие классы [56, 57]. Среди полифенолов значительное внимание уделяется флоротаннинам из-за их антиоксидантной активности и других биологических эффектов [58, 59]. Эти соединения были выделены из бурых водорослей и могут защищать клетки от радиационно-индуцированного повреждения и окислительного стресса [60, 61]. Несколько исследований выявили радиозащитные эффекты флоротаннинов, выделенных из *Ecklonia cava* и *Ishige okamurae* [62, 63].

Флавоноиды представляют собой еще один известный класс полифенольных соединений, обнаруженных в водорослях. Ряд исследований показывает, что флавоноиды, выделенные из наземных растений, обладают радиозащитным действием. Однако в настоящее время информации о радиозащитном действии флавоноидов, выделенных из водорослей, недостаточно. Такие флавоноиды, как лютеолин, геспере-

тин, кверцетин, рутин и кемпферол, а также флавоновые гликозиды, такие как ориентин и виценин, выделенные из наземных растений, также показали радиозащитные эффекты [64]. Некоторые из этих соединений (лютеолин, кверцетин, ориентин и виценин) обнаружены и в морских водорослях [65], оценка их радиозащитного действия может выявить аналогичную эффективность. Более того, конъюгация полифенольных соединений с другими молекулами может изменить их функциональность. L.T. Salgado и соавт. [66] выявили, что взаимодействие полифенольных соединений с альгинатами может привести к длительному защитному эффекту от УФ-излучения.

Другой представитель БАВ гидробионтов – хитозан – привлекает внимание широкого круга исследователей и практиков благодаря его комплексу физико-химических и биологических свойств и неограниченной воспроизводимой сырьевой базе. Полисахаридная природа хитозана обуславливает его сродство с живыми организмами, а наличие реакционноспособных функциональных групп обеспечивает возможность разнообразных химических модификаций, позволяющих усиливать присущие ему свойства или придавать новые в соответствии с предъявляемыми требованиями [67, 68].

Достижения отечественных ученых и зарубежный опыт получения широкого спектра лекарственных препаратов на основе хитозана свидетельствуют об антивирусных, антибактериальных, иммунокорректирующих, антидотных, антикоагулянтных, антиоксидантных свойствах, липополисахаридсвязывающей и иммуноадъювантной активности хитозана, что дает возможность использовать его в качестве энтеросорбента для эффективной борьбы с синдромом экзо- и эндотоксемии. Получен положительный профилактический и лечебный эффект при применении низкомолекулярного хитозана на мышах, подвергнутых гамма-облучению. Результаты исследования дополняют научную обоснованность использования препарата в качестве адаптогенного биологически активного вещества. Выявленные свойства в условиях моделирования лучевой болезни открывают перспективу применения хитозана с целью создания системы защиты гомеостаза макроорганизма при жизнедеятельности в условиях действия неблагоприятных факторов внешней среды [68].

Обсуждение. Существенный вклад в изучение механизмов защиты от радиационных и токсических воздействий внесли многие ученые, в частности, В.В. Зверев, С.А. Недоспасов, М. Vijay-Kumar, К. El-Bakkouri, К. Baker. Однако до настоящего времени не разработаны эффективные стратегии защиты. Многие из радиопротекторов не нашли применения для использования человеком из-за ряда негативных факторов, включая токсичность. К перспективным разрабатываемым радиозащитным средствам предъявляются такие требования, как эффективность, продолжительность радиозащитного действия, переносимость, физико-химическая устойчивость.

Кроме того, в аварийных ситуациях возникает необходимость в наличии таких средств, которые ранее не разрабатывались: препаратов экстренной профилактики лучевых поражений, лечебно-профилактических радиозащитных средств, эффективных в широком диапазоне доз облучения. Актуальным представляется также изучение и разработка к применению средств профилактики поражений, вызываемых низкодозовым и хроническим облучением.

В обзорной статье коллектива авторов [69] изложен современный научный взгляд на концепцию воздействия низкодозового облучения на организм. В современной радиобиологии биологические эффекты от воздействия малых доз радиации представляются проблемой вследствие их недостаточной изученности, а также ввиду актуальности для медико-экологического мониторинга и оценки риска воздействия радиации.

Существуют две принципиально противоположные точки зрения относительно феномена биологического действия на организм малых доз радиации. Первая представляет гипотезу «радиационного гормезиса» [70], сторонники которой утверждают, что окружающий нас естественный радиоактивный фон является необходимым для нормального функционирования регуляторных систем организма, поскольку в результате эволюции произошла адаптация к его постоянному воздействию. Вторая – так называемая «беспороговая концепция радиационного эффекта», признает вероятность риска заболевания человека, получившего любые микродозы радиации [71]. Данная теория базируется на установлении канадским ученым А. Петко в 1972 г. того факта, что при длительном

облучении клеточных мембран для их повреждения оказывалась достаточной поглощенная доза гораздо меньшая, чем при облучении кратковременном [72, 73]. Согласно выводам автора, ожидаемые последствия хронического облучения в малых дозах могут быть более опасными, чем кратковременное облучение в больших дозах. Причина состоит в том, что при длительном облучении действуют механизмы, производящие не прямое разрушение в отличие от действия излучения в спектре среднетлетальных доз. Такой режим облучения вызывает образование высокотоксичных свободных радикалов в клеточной жидкости, содержащей растворенный O_2 . Радикалы токсически действуют на клеточные мембраны, избыточное окисление приводит к их разрушению [73].

Поражение клеточного ядра является результатом прямого действия излучения; поражение же мембраны происходит косвенно посредством образовавшихся свободных радикалов. При этом наблюдается обратная зависимость: чем меньше их в клеточной плазме, тем более выражено их разрушающее действие, так как в большом количестве они нейтрализуются путем соединения и образования банальной молекулы O_2 . В соответствии с этой концепцией естественный радиоактивный фон также может явиться причиной вероятного возникновения последствий облучения в малых дозах. Опасность малых доз облучения обусловлена их свойством вызывать дестабилизацию генома, конформационные перестройки и нестабильность цепей ДНК, повышать риск генетических повреждений при их повторном воздействии, тогда как большие дозы излучения вызывают формирование адаптивного ответа. Отмечена высокая мутагенность хронического малодозового облучения сравнительно с высокодозовым, при этом критическими мишенями являются геном и мембраны клеток. Таким образом, малые дозы облучения представляют опасность сохранности генома [73].

Известно, что возбуждение симпатико-адреналовой системы является ранней реакцией организма на облучение. Обнаруженная динамика уровня катехоламинов в гипоталамусе крыс при длительном гамма-облучении, вероятно, играет важную роль в происхождении многих патофизиологических состояний. Авторы свидетельствуют о сенсорности симпатико-адреналовой системы к действию малых

доз хронического облучения. «Лучевой стресс» рассматривается как особый тип стресс-реакции, реализующийся вне рецепторного аппарата организма к внешнему раздражителю, а эффект воздействия радиации связан с накоплением значительного количества окислительных радикалов. Избыточное их количество посредством запуска реакций перекисного окисления липидов приводит к вторичной активации систем, реализующих стресс-реакции организма [74, 75].

Сформировалось особое научное направление – фармаконутрицептика, интересы которой направлены к изучению механизмов действия различных биологически активных веществ (нутриентов) с установленными лечебно-профилактическими свойствами. Наибольший научный и клинический интерес представляет группа нутриентов, которая может рассматриваться к применению в целях массовой профилактики развития патологических эффектов облучения организма. Н.К. Шандала (2001) полагал, что формы их применения могут быть весьма разнообразными: биологически активные добавки (БАД), сорбенты разнонаправленного действия (снижающие усвоение, стимулирующие скорость выведения радионуклидов, резистентность организма, а также обладающие свойствами минимизации рисков развития отдаленных последствий развития онкозаболеваний) [76, 77].

Таким образом, морские гидробионты могут рассматриваться как высокоперспективный источник БАВ для создания фармацевтических препаратов [78–81]. Разнообразный спектр их биологической активности обуславливает интерес к ним ученых во всем мире. Подобные исследования проводятся в различных странах Европы, Америки, а также в Австралии, Японии, Корее, России и Китае.

Старт-ап активных научных исследований в области практической радиопротекции состоялся в значительной мере благодаря быстрому развитию ядерной технологии, лучевой терапии, методов радиодиагностики, телекоммуникационных технологий и исследований,

посвященных использованию радиоактивных элементов. Кроме того, истощение озонового слоя и антропогенная деятельность будут способствовать загрязнению окружающей среды радиоактивными элементами, что в конечном итоге может оказать существенное влияние на уровень фонового радиационного облучения.

Заключение. Пристальное внимание отечественных ученых к данной теме обусловлено рядом причин: выгодное географическое расположение (непосредственное прилегание акватории Тихого океана к границам Дальнего Востока и Приморского края), экономичность добычи сырья и производства биологической субстанции, быстрая естественная воспроизводимость ресурсной базы, а также превосходство биологических свойств получаемого материала над зарубежными аналогами (в частности, происхождением из акватории теплых южных морей). Прибрежные зоны Северо-Курильских, Южно-Курильских островов, Западного и Восточного побережий о. Сахалин обладают самыми крупными запасами промысловых и потенциально промысловых бурых водорослей порядков *Laminariales u Fucales* [82, 83].

В сочетании с востребованностью конечного продукта как на внутреннем, так и на внешнем рынках ввиду широкого их применения в различных отраслях промышленности (в том числе стратегических), физико-химические и биологические свойства этих гидробионтов являются в современных условиях определяющими для дальнейшего исследования, добычи и развития технологий обработки сырья в целях реализации действующих положений импортозамещения в стране.

С учетом геополитической нестабильности, угрозы терроризма, применения «грязных» бомб, а также специфики, рисков военной службы на флоте (дальние морские походы кораблей, длительная автономная служба субмарин, оснащенных мощными энергетическими установками) дальнейшая разработка и изучение возможностей применения этой группы БАВ, в том числе с профилактической целью, у военнослужащих флота обрело сегодня особую актуальность.

Сведения об авторах:

Половов Сергей Федорович – кандидат медицинских наук, доцент, начальник 2-го научно-исследовательского испытательного отдела ФГБНУ «Дальневосточный филиал Государственного научно-исследовательского испытательного института военной медицины» Министерства обороны Российской Федерации; 690080, Россия, г. Владивосток, ул. Борисенко, д. 100; e-mail: polovovsf@mail.ru; ORCID 0000-0001-9983-4299

Иванушко Людмила Александровна – кандидат медицинских наук, научный сотрудник 1-го научно-исследовательского испытательного отдела ФГБНУ «Дальневосточный филиал Государственного научно-исследовательского испытательного института военной медицины» Министерства обороны Российской Федерации, г. Владивосток, Россия; 690080, Россия, г. Владивосток, ул. Борисенко, д. 100; e-mail: liva_57@mail.ru; ORCID 0000-0001-9525-668X

Смолина Татьяна Павловна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник 2-го научно-исследовательского испытательного отдела ФГБНУ «Дальневосточный филиал Государственного научно-исследовательского испытательного института военной медицины» Министерства обороны Российской Федерации, г. Владивосток, Россия; 690080, Россия, Владивосток, ул. Борисенко, д. 100; e-mail: tsmol@mail.ru; ORCID 0000-0003-4505-3627

Information about the authors:

Sergey F. Polovov – Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the 2nd Research and Testing Department of the Far Eastern Branch of the State Research and Testing Institute of Military Medicine of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Vladivostok, Russia; 690080, Russia, Vladivostok, Borisenko str., 100; e-mail: polovovsf@mail.ru ORCID 0000-0001-9983-4299

Ljudmila A. Ivanushko – Cand. of Sci. (Med.), Researcher of the 1st Research and Testing Department of the Far Eastern Branch of the State Research and Testing Institute of Military Medicine of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Vladivostok, Russia; 690080, Russia, Vladivostok, Borisenko str., 100; e-mail: liva_57@mail.ru; ORCID 0000-0001-9525-668X

Tatyana P. Smolina – Cand. of Sci. (Biol.), Senior Researcher of the 2nd Research and Testing Department of the Far Eastern Branch of the State Research and Testing Institute of Military Medicine of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Vladivostok, Russia; 690080, Russia, Vladivostok, Borisenko str., 100; e-mail: tsmol@mail.ru; ORCID 0000-0003-4505-3627

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Наибольший вклад распределен следующим образом.

Вклад в концепцию и план исследования – С.Ф. Половов, Т.П. Смолина. Вклад в сбор данных – Т.П. Смолина. Вклад в анализ данных и выводы – С.Ф. Половов. Вклад в подготовку рукописи – Л.А. Иванушко, Т.П. Смолина.

Author contribution. All authors according to the ICMJE criteria participated in the development of the concept of the article, obtaining and analyzing factual data, writing and editing the text of the article, checking and approving the text of the article.

Special contribution: SFP, TPS contribution to the concept and plan of the study. TPS contribution to data collection. SFP contribution to data analysis and conclusions. LAI, TPS contribution to the preparation of the manuscript.

Потенциальный конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Disclosure. The authors declare that they have no competing interests.

Поступила /Received: 23.03.2023

Принята к печати / Accepted: 30.04.2023

Опубликована / Published: 30.06.2023

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Половов С.Ф., Кузьмин А.П. Клинические аспекты воздействия малых доз ионизирующего излучения на человека // *Здоровье. Медицинская экология. Наука*. 2007. Т. 31, № 1. С.10–11 [Polovov S.F., Kuzmin A.P. Clinical aspects of the impact of low doses of ionizing radiation on humans. *Health. Medical ecology. The science*, 2007, Vol. 31, No. 1, pp. 10–11 (In Russ.).]
2. Арутюнян Р.В., Большов Л.А., Боровой А.А., Велихов Е.П. *Системный анализ причин и последствий аварии на АЭС «Фукусима-1»*. Ин-т проблем безопасного развития атомной энергетики РАН. М.: ИБРАЭ РАН. 2018. 408 с. ISBN 978-5-9907220-5-7 [Arutyunyan R.V., Bolshov L.A., Borovoy A.A., Velikhov E.P. *Systematic analysis of the causes and consequences of the accident at the Fukushima-1 nuclear power plant*. Institute of Problems of Safe Development of Nuclear Power Engineering, Russian Academy of Sciences, Moscow: IBRAE RAN, 2018, 408 p. ISBN 978-5-9907220-5-7 (In Russ.)]
3. Голиков В.Ю. Дозиметрия внешнего облучения населения: сравнение аварий на Чернобыльской АЭС и АЭС «Фукусима-1» // *Радиационная гигиена*. 2020. Т. 13, № 1. С. 27–37 [Golikov V.Yu. Dosimetry of external exposure of the population: comparison of accidents at the Chernobyl nuclear power plant and nuclear power plant “Fukushima-1”. *Radiation hygiene*, 2020, Vol. 13, No. 1, pp. 27–37. doi: 10.21514/1998-426X-2020-13-1-27-37 (In Russ.)].
4. Аклеев А.В., Дегтева М.О., Крестинина Л.Ю. Сравнительный анализ медико-дозиметрических последствий аварии 1957 г. и загрязнения реки Течи в контексте эффективности защитных мероприятий // *Радиационная гигиена*. 2020. Т. 13, № 1. С. 16–26 [Akleev A.V., Degteva M.O., Krestinina L.Yu. Comparative analysis of the medical and dosimetric consequences of the 1957 accident and pollution of the Techa River in the context of the effectiveness of protective measures. *Radiation Hygiene*, 2020, Vol. 13, No. 1, pp. 16–26 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21514/1998-426X-2020-13-1-16-26>
5. Осиф Б.А., Баратта Э.Дж., Конклинг Т.В. *TMI 25 лет спустя: авария на атомной электростанции Три-Майл-Айленд и ее последствия*. [англ.]. Университи-Парк, Пенсильвания: издательство Пенсильванского государственного университета. 2004. 195 с. [Osif B.A., Baratta A.J., Conkling T.W. *TMI 25 Years Later: The Three Mile Island Nuclear Power Plant Accident and Its Impact*. [англ.]. University Park, Pennsylvania: Pennsylvania State University Press. 2004, 195 p. ISBN 0-271-02383-X (In Russ.)].
6. Сэмюэл Дж. Уокер. *Три-Майл-Айленд: ядерный кризис в исторической перспективе*. Беркли: University of California Press. 2004. 317 с. [Samuel J. Walker. *Three Mile Island: A Nuclear Crisis in Historical Perspective*. Berkeley: University of California Press, 2004, 317 p. (In Russ.)]

7. Жупанский О.Я. Оценка радиационной обстановки в зоне ответственности Тихоокеанского флота // *Здоровье. Медицинская экология. Наука*. 2008. Т. 35, № 4. С. 25 [Zhupansky O.Ya. Assessment of the radiation situation in the area of responsibility of the Pacific Fleet. *Zdorovyе. Medical ecology. The science*, 2008, Vol. 35, No. 4, pp. 25 (In Russ.).]
8. Zvyagintseva T.N., Usoltseva R.V., Shevchenko N.M., Surits V.V., Imbs T.I., Malyarenko O.S., Ermakova S.P., Besednova N.N., Ivanushko L.A. Structural diversity of fucoidans and their radioprotective effect. *Carbohydrate Polymers*, 2021, Vol. 273, pp. 118551. doi: 10.1016/j.carbpol.2021.118551.
9. Wang W., Xue C., Mao X. Radioprotective effects and mechanisms of animal, plant and microbial polysaccharides. *Int J Biol Macromol.*, 2020, Vol. 153, pp. 373–384. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2020.02.203. Epub 2020 Feb 19.
10. Abraham R.E., Alghazwi M., Liang Q., Zhang W. Advances on marine-derived natural radioprotection compounds: historic development and future perspective. *Mar Life Sci Technol.*, 2021, Vol. 4, № 3, pp. 474–487. doi: 10.1007/s42995-021-00095-x.
11. Riley P.A. Free radicals in biology: oxidative stress and the effects of ionizing radiation. *Int J Radiat Biol.*, 1994, Vol. 65, pp. 27–33.
12. Pastina B., LaVerne J.A. Effect of molecular hydrogen on hydrogen peroxide in water radiolysis. *J Phys Chem A.*, 2001, Vol. 105, pp. 9316–9322.
13. Hosseinimehr S.J. Trends in the development of radioprotective agents. *Drug Discov Today*, 2007, Vol. 4, No. 12, pp. 794–805. doi: 10.1016/j.drudis.2007.07.017
14. Santini V., Giles F.J. The potential of amifostine: from cytoprotectant to therapeutic agent. *Haematologica*, 1999, Vol. 3, No. 84, pp. 1035–1042.
15. Rades D., Fehlauer F., Bajrovic A., Mahlmann B., Richter E., Alberti W. Serious adverse effects of amifostine during radiotherapy in head and neck cancer patients. *Radiother Oncol.*, 2004, Vol. 6, No. 70, pp. 261–264. doi: 10.1016/j.radonc.2003.10.005
16. Arora R., Gupta D., Chawla R., Sagar R., Sharma A., Kumar R., Prasad J., Singh S., Samanta N., Sharma R.K. Radioprotection by plant products: present status and future prospects. *Phytother Res.*, 2005, Vol. 5, No. 19, pp. 1–22. doi: 10.1002/ptr.1605
17. Kim H.J., Kim M.H., Byon Y.Y., Park J.W., Jee Y., Joo H.G. Radioprotective effects of an acidic polysaccharide of Panax ginseng on bone marrow cells. *J Vet Sci.*, 2007, Vol. 14, No. 8, pp. 39–44. doi: 10.4142/jvs.2007.8.1.39
18. Wang Z.W., Zhou J.M., Huang Z.S., Yang A.P., Liu Z.C., Xia Y.F., Zeng Y.X., Zhu X.F. Aloe polysaccharides mediated radioprotective effect through the inhibition of apoptosis. *J Radiat Res.*, 2004, Vol. 8, No. 45, pp. 447–454. doi: 10.1269/jrr.45.447
19. Silva T.R., Duarte A.W.F., Passarini M.R.Z., Ruiz A.L.T.G., Franco C.H., Moraes C.B., De Melo I.S., Rodrigues R.A., Fantinati-Garboggini F., Oliveira V.M. Bacteria from Antarctic environments: diversity and detection of antimicrobial, antiproliferative, and antiparasitic activities. *Polar Biol.*, 2018, Vol. 41, pp. 1505–1519. doi: 10.1007/s00300-018-2300-y
20. Silva TR, Canela-Garayoa R, Eras J, Rodrigues MVN, dos Santos FN, Eberlin MN, Neri-Numa IA, Pastore GM, Tavares RSN, Debonsi HM, Cordeiro LRG, Rosa LH, Oliveira VM. 2019. Pigments in an iridescent bacterium, Cellulophaga fucicola, isolated from Antarctica. *Antonie Van Leeuwenhoek International Journal of General and Molecular Microbiology*, 2019, Vol. 112, pp. 479–490 doi: 10.1007/s10482-018-1179-521.
22. Анисимов М.М. Тритерпеновые гликозиды и структурно-функциональные свойства мембран // *Биол. науки*. 1987. № 10. С. 49–63. [Anisimov M.M. Triterpene glycosides and structural and functional properties of membranes. *Biol. Sciences*, 1987, No. 10, pp. 49–63 (In Russ.).]
23. Fedorov S.N., Dyshlovoy S.A., Kuzmich A.S., Shubina L.K., Avilov S.A., Silchenko A.S., Bode A.M., Dong Z., Stonik V.A. In vitro anticancer activities of some triterpene glycosides from holothurians of Cucumariidae, Stichopodidae, Psolidae, Holothuriidae and Synaptidae families. *Nat. Prod. Commun.*, 2016, Vol. 11, No. 9, pp. 1239–1242.
24. Janakiram A.M., Bryant T., Lightfoot S., Collin P.D., Steele V.E., Rao C.V. Improved innate immune responses by Frondanol A5, a sea cucumber extract, prevent intestinal tumorigenesis. *Cancer Prev. Res.*, 2015, Vol. 8, pp. 327–337.
25. Menchinskaya E.S., Pisyagin E.A., Kovalchik S.N., Davydova V.N., Silchenko A.S., Avilov S.A., Kalinin V.I., Aminin D.L. Antitumor activity of cucumarioside A2-2. *Chemotherapy*, 2013, Vol. 59, pp. 181–191.
26. Ale M., Maruyama H., Tamauchi H., Mikkelsen J., Meyer A. Fucoidan from Sargassum sp. and Fucus vesiculosus reduces cell viability of lung carcinoma and melanoma cells in vitro and activates natural killer cells in mice in vivo. *Int J Biol Macromol*, 2011, Vol. 49, No. 3, pp. 331–336.
27. Nigrelli R.F., Jakowska S. Effects of holothurin, a steroid saponin from the Bahamian sea cucumber (*Actinopyga agassizi*), on various biological systems. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1960, Vol. 90, pp. 884–892. doi: 10.1111/j.1749-6632.1960.tb26431.x.
28. Lasley B.J., Nigrelli R.F. The effects of crude holothurin on leucocyte phagocytosis. *Toxicon*, 1970, Vol. 8, pp. 301–306. doi: 10.1016/0041-0101(70)90007-3
29. Седов А.М., Аполлонин А.В., Севастьянова Е.К., Алексеева И.А., Батраков С.Г., Саканделидзе О.Г., Лиходед В.Г., Стоник В.А., Авилов С.А., Купера Е.В. Стимуляция тритерпеновыми гликозидами голотурий неспецифической антибактериальной резистентности мышей к условно-патогенным грамотрицательным микроорганизмам // *Антибиотики и химиотерапия*. 1990. Т. 35, № 1. С. 23–26 [Sedov A.M., Apollonin A.V., Sevastyanova E.K., Alekseeva I.A., Batrakov S.G., Sakandelidze O.G., Likhoded V.G., Stonik V.A., Avilov S.A., Kupera E.V. Stimulation of nonspecific antibacterial resistance of mice to opportunistic gram-negative microorganisms by triterpene glycosides of holothurians. *Antibiotics and Chemotherapy*, 1990, Vol. 35, No. 1, pp. 23–26 (In Russ.).]
30. Седов А.М., Елкина С.И., Сергеев В.В., Калина Н.Г., Саканделидзе О.Г., Батраков С.Г., Гиршович Е.С. Способность тритерпеновых гликозидов из голотурий стимулировать антибактериальную устойчивость на модели эксперимен-

- тального сальмонеллеза мышей // *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии*. 1984. № 5. С. 55–58. [Sedov A.M., Elkina S.I., Sergeev V.V., Kalina N.G., Sakandelidze O.G., Batrakov S.G., Girshovich E.S. The ability of triterpene glycosides from holothurians to stimulate antibacterial resistance in the model of experimental salmonellosis in mice. *Journal of Microbiology, Epidemiology and Immunobiology*, 1984, No. 5, pp. 55–58 (In Russ.).]
31. Седов А.М., Шепелева И.Б., Захарова Н.С., Саканделидзе О.Г., Сергеев В.В., Мошиашвили И.Я. Влияние кукумариозида (тритерпенового гликозида из голотурий *Cucumaria japonica*) на развитие иммунного ответа мышей на корпускулярную вакцину // *Журнал микробиология, эпидемиологии и иммунологии*. 1984. № 9. С. 100–104 [Sedov A.M., Shepeleva I.B., Zakharova N.S., Sakandelidze O.G., Sergeev V.V., Moshiasvili I.Ya. Influence of cucumarioside (triterpene glycoside from holothurians *Cucumaria japonica*) on the development of the immune response of mice to corpuscular vaccine. *Journal of Microbiology, Epidemiology and Immunobiology*, 1984, No. 9, pp. 100–104 (In Russ.).]
 32. Chludil H.D., Murray A.P., Seldes A.M., Maier M.S. *Biologically active triterpene glycosides from sea cucumbers*. Studies in Natural Products Chemistry. Vol. 28, Part I, Ed. Atta-ur-Rahman. Elsevier Science B.V. 2003, Vol. 28, pp. 587–616.
 33. Ngo D-H., Kim S-K. Sulfated polysaccharides as bioactive agents from marine algae. *Int J Biol Macromol.*, 2013, Vol. 62, pp. 70–75.
 34. Kandasamy S., Khan W., Kulshreshtha G., Evans F., Critchley A.T., Fitton J., Stringer D.N., Gardiner V.-A., Prithiviraj B. The fucose containing polymer (FCP) rich fraction of *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. protects *Caenorhabditis elegans* against *Pseudomonas aeruginosa* by triggering innate immune signaling pathways and suppression of pathogen virulence factors. *Algae*, 2015, Vol. 30, pp. 147–161.
 35. Usov A.I., Zelinsky N.D. Chemical structures of algal polysaccharides. In: Domínguez H, editor *Functional Ingredients from Algae for Foods and Nutraceuticals*. Woodhead Publishing, Cambridge, 2013, pp. 23–86.
 36. Abad L.V., Kudo H., Saiki S., Nagasawa N., Tamada M., Katsumura Y., Aranilla C.T., Rellve L.S., De La Rosa A.M. Radiation degradation studies of carrageenans. *Carbohydr Polym.*, 2009, Vol. 78, pp.100–106.
 37. Chertkov K.S., Gvozdeva N.I., Fedorenko B.S., Preobrazhenski Y.Y. 1986. Radioprotective and therapeutic efficacy of carrageenan during exposure to proton radiation. *Kosm Biol Aviakosm Med.*, 1986, Vol. 20, 84–86.
 38. Nagasawa N., Mitomo H., Yoshii F., Kume T. Radiation-induced degradation of sodium alginate. *Polym Degrad Stab.*, 2000, Vol. 69, pp. 279–285.
 39. Nesterenko A.V., Nesterenko V.B., Yablokov A.V. Chapter IV. Radiation protection after the Chernobyl catastrophe. *Ann NY Acad Sci.*, 2009, Vol. 1181, pp. 287–327.
 40. Höllriegl V., Röhms M., Oeh U., Roth P. Strontium biokinetics in humans: influence of alginate on the uptake of ingested strontium. *Health Phys.*, 2004, Vol. 86, pp. 193–196.
 41. Berteau O., Mulloy B. Sulfated fucans, fresh perspectives: structures, functions, and biological properties of sulfated fucans and an overview of enzymes active toward this class of polysaccharide. *Glycobiology*, 2003, No. 13, pp. 29–40. doi: 10.1093/glycob/cwg058
 42. Kiple K.F., Ornelas K.C. *Important Vegetable Supplements*. In: Beck S.V., editor. The Cambridge World History of Food. Cambridge University Press; Cambridge, UK. 2000, Vol. 1, pp. 231–249.
 43. Koyanagi S., Tanigawa N., Nakagawa H., Soeda S., Shimeno H. Oversulfation of fucoidan enhances its anti-angiogenic and antitumor activities. *Biochem Pharmacol.*, 2003, Vol. 65, № 2, pp. 173–179. doi: 10.1016/s0006-2952(02)01478-8
 44. Иванушко Л.А., Имбс Т.И. Сравнительное изучение цитокининдуцирующих свойств фукоидана из бурых водорослей *Fucus evanescens* и его производных // *Здоровье. Медицинская экология. Наука*. 2017. Т. 70, № 3. С. 60–62. [Ivanushko L.A., Imbs T.I. Comparative study of the cytokine-inducing properties of fucoidan from brown algae *Fucus evanescens* and its derivatives. *Zdorovye. Medical ecology. The science*, 2017, Vol. 70, No. 3, pp. 60–62 (In Russ.).]
 45. Кузнецова Т.А., Смолина Т.П., Беседнова Н.Н., Сильченко А.С., Имбс Т.И., Ермаков С.П. Влияние сульфатированных полисахаридов из бурой водоросли *Fucus evanescens* и продукта их ферментативной трансформации на функциональную активность клеток врожденного иммунитета // *Антибиотики и химиотерапия*. 2016. Т. 61, № 7–8. С. 10–14. [Kuznetsova T.A., Smolina T.P., Besednova N.N., Silchenko A.S., Imbs T.I., Ermakov S.P. Influence of sulfated polysaccharides from the brown alga *Fucus evanescens* and the product of their enzymatic transformation on the functional activity of innate immunity cells. *Antibiotics and Chemotherapy*, 2016, Vol. 61, No. 7–8, pp. 10–14 (In Russ.).]
 46. Шутикова А.Л., Иванушко Л.А., Маляренко О.С., Ермакова С.П. Влияние фукоидана на показатели кроветворения облученных мышей // *Здоровье. Медицинская экология. Наука*. 2017. Т. 70, № 3. С. 102–105 [Shutikova A.L., Ivanushko L.A., Malyarenko O.S., Ermakova S.P. Influence of fucoidan on hematopoietic parameters in irradiated mice. *Health. Medical ecology. The science*, 2017, Vol. 70, No. 3, pp. 102–105 (In Russ.).]
 47. Lee J., Kim J., Moon C., Kim S., Hyun J., Park J., Shin T. Radioprotective effects of fucoidan in mice treated with total body irradiation. *Phytother Res.*, 2008, Vol. 22, pp. 1677–1681.
 48. Byon Y.Y., Kim M.H., Yoo E.S., Hwang K.K., Jee Y., Shin T., Joo H.G. Radioprotective effects of fucoidan on bone marrow cells: improvement of the cell survival and immunoreactivity. *J Vet Sci.*, 2008, Vol. 9, No. 4, pp. 359–365. doi: 10.4142/jvs.2008.9.4.359.
 49. Hsin-Hsien Yu, Edward Chengchuan KO, Chia-Lun Chang, Kevin Sheng-Po Yuan, Alexander T.H. Wu, Yan-Shen Shan, Szu-Yuan Wu. Fucoidan Inhibits Radiation-Induced Pneumonitis and Lung Fibrosis by Reducing Inflammatory Cytokine Expression in Lung Tissues. *Mar Drugs*. 2018, Vol. 16, № 10, P. 392. <https://doi.org/10.3390/md16100392>
 50. Kim A., Jin Bing S., Cho J., Ahn G., Lee J.H., Jeon Y.J., Lee B.G., Jee Y. Protective effect of *Hizikia fusiforme* on radiation-induced damage in splenocytes. *Korean J Vet Res*, 2015, Vol. 55, pp. 21–30.

51. Kim J., Moon C., Kim H., Jeong J., Lee J., Kim J., Hyun J.W., Park J.W., Moon M.Y., Lee N.H., Kim S.H., Jee Y., Shin T. The radioprotective effects of the hexane and ethyl acetate extracts of *Callophyllis japonica* in mice that undergo whole body irradiation. *J Vet Sci*, 2008, Vol. 9, pp. 281–284.
52. Shin T., Kim H.C., Kim J.T., Ahn M.J., Moon C.J., Hyun J.W., Jee Y.H., Lee N.H., Park J.W. A comparative study of radioprotection with *Callophyllis japonica* extract and amifostine against lethal whole body gamma irradiation in mice. *Orient Pharm Exp Med*, 2010, Vol. 10, pp. 1–6.
53. Mazo V.K., Gmoshinskii I.V., Sokolova A.G., Zorin S.N., Danilina L.L., Litvinova A.V., Radchenko S.N. Effect of biologically active food additives containing autolysate of baker's yeast and spirulina on intestinal permeability in an experiment. *Voprosy Pitaniya*, 1999, Vol. 68, pp. 17–19.
54. Gomes T., Xie L., Brede D., Lind O.C., Solhaug K.A., Salbu B., Tollefsen K.E. (2017) Sensitivity of the green algae *Chlamydomonas reinhardtii* to gamma radiation: photosynthetic performance and ROS formation. *Aquat Toxicol*, 2017, Vol. 183, pp. 1–10.
55. Kang N., Lee J.-H., Lee W., Ko J.-Y., Kim E.-A., Kim J.-S., Heu M.-S., Kim G.H., Jeon Y.-J. 2015. Gallic acid isolated from *Spirogyra* sp. improves cardiovascular disease through a vasorelaxant and antihypertensive effect. *Environ Toxicol Pharmacol.*, 2015, Vol. 39, pp. 764–772.
56. Martone P.T., Estevez J.M., Lu F., Ruel K., Denny M.W., Somerville C., Ralph J. Discovery of lignin in seaweed reveals convergent evolution of cell-wall architecture. *Curr Biol.*, 2009, Vol. 19, pp. 169–175.
57. Li Y.-X., Wijesekera I., Li Y., Kim S.-K. Phlorotannins as bioactive agents from brown algae. *Process Biochem*, 2011, Vol. 46, pp. 2219–2224.
58. Eom S.H., Moon S.-Y., Lee D.-S., Kim H.-J., Park K., Lee E.-W., Kim T.H., Chung Y.-H., Lee M.-S., Kim Y.-M. *In vitro* antiviral activity of dieckol and phlorofucofuroeckol-A isolated from edible brown alga *Eisenia bicyclis* against murine norovirus. *Algae*, 2015, Vol. 30, pp. 241–246.
59. Lee S.-H., Kang S.-M., Sok C.H., Hong J.T., Oh J.-Y., Jeon Y.-J. Cellular activities and docking studies of eckol isolated from *Ecklonia cava* (Laminariales, Phaeophyceae) as potential tyrosinase inhibitor. *Algae*, 2015, Vol. 30, pp. 163–170.
60. Shin T., Ahn M., Hyun J.W., Kim S.H., Moon C. Antioxidant marine algae phlorotannins and radioprotection: a review of experimental evidence. *Acta Histochem.*, 2014, Vol. 116, pp. 669–674.
61. Lee J.-H., Ko J.-Y., Oh J.-Y., Kim E.-A., Kim C.-Y., Jeon Y.-J. Evaluation of phlorofucofuroeckol-A isolated from *Ecklonia cava* (Phaeophyta) on anti-lipid peroxidation *in vitro* and *in vivo*. *Algae*, 2015a, Vol. 30, pp. 313–323. doi: 10.4490/algae.2015.30.4.313
62. Park E., Ahn G.-N., Lee N.H., Kim J.M., Yun J.S., Hyun J.W., Jeon Y.-J., Wie M.B., Lee Y.J., Park J.W., Jee Y. Radioprotective properties of eckol against ionizing radiation in mice. *FEBS Lett.*, 2008, Vol. 582, pp. 925–930.
63. Heo S.-J., Jeon Y.-J. Protective effect of fucoxanthin isolated from *Sargassum siliquastrum* on UV-B induced cell damage. *J Photochem Photobiol B Biol*, 2009, Vol. 95, pp. 101–107.
64. Venkatachalam S.R. Chattopadhyay S. Natural radioprotective agents: an overview. *Curr Org Chem.*, 2005, № 9, pp. 389–404.
65. Fernando I.P.S., Kim M., Son K.-T., Jeong Y., Jeon Y.-J. Antioxidant activity of marine algal polyphenolic compounds: a mechanistic approach. *J Med Food*, 2016, Vol. 19, pp. 615–628.
66. Salgado L.T., Tomazetto R., Cinelli L.P., Farina M., Amado Filho G.M. The influence of brown algae alginates on phenolic compounds capability of ultraviolet radiation absorption *in vitro*. *Braz J Oceanogr.*, 2007, Vol. 55, pp. 145–154.
67. Камская В.Е. Хитозан: структура, свойства и использование // *Научное обозрение. Биологические науки*. 2016. № 6. С. 36–42 [Kamskaya V.E. Chitosan: structure, properties and use. *Scientific Review. Biological Sciences*, 2016, No. 6, pp. 36–42 (In Russ.)].
68. Гринь С.А., Албулов А.И., Фролова М.А., Самуйленко А.Я., Гринь А.В., Ковалева Э.И., Мельник Н.В., Мельник Р.Н., Варламов В.П., Матвеева И.Н., Хаконов А.А., Шабунин С.В., Боро И.Л., Киш Л.К. Перспективы использования хитозана в качестве радиопротектора // *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2019. № 6. С. 54–57 [Grin S.A., Albulov A.I., Frolova M.A., Samuilenko A.Ya., Grin A.V., Kovaleva E.I., Melnik N.V., Melnik R.N., Varlamov V.P., Matveeva I.N., Khakonov A.A., Shabunin S.V., Bero I.L., Kish L.K. Prospects for the use of chitosan as a radioprotector. *Bulletin of the Russian agricultural science*, 2019, No. 6, pp. 54–57 (In Russ.)].
69. Кострюкова Н.К., Карпин В.А. Биологические эффекты малых доз ионизирующего излучения // *Сиб. мед. журн. (Иркутск)*. 2005. Т. 50, № 1. С. 17–22. [Kostryukova N.K., Karpin V.A. Biological effects of low doses of ionizing radiation. *Sib. medical journal. (Irkutsk)*, 2005, V. 50, No. 1, pp. 17–22 (In Russ.)].
70. Лаки Т.Д. Физиологические преимущества низких уровней ионизирующего излучения // *Физ. здоровья*. 1982. Вып. 43, № 6. С. 771–789. [Laki T.D. Physiological benefits from low levels of ionizing radiation. *Health Phys*, 1982, Vol. 43, № 6, pp. 771–789 (In Russ.)].
71. Маргулис У.Я. Беспороговая и пороговая концепции радиационных эффектов. *Ядерная энциклопедия*. М., 1996. С. 384–386 [Margulis U.Ya. *Non-threshold and threshold concepts radiation effects. Nuclear Encyclopedia*. Moscow, 1996, pp. 384–386 (In Russ.)].
72. Грейб Р. Эффект Петко: влияние малых доз радиации на людей, животных и деревья. М., 1994. 263 с. [Grabe R. *The Petko effect: the effects of low-dose radiation on humans, animals, and trees*. Moscow, 1994, 263 p. (In Russ.)]
73. Грейб Р. Действие малых доз ионизирующего излучения: Эффект Петко. *Ядерная энциклопедия*. М. 1996. С. 387–394. [Grabe R. *The effect of low doses of ionizing radiation: the Petko effect. Nuclear Encyclopedia*. Moscow, 1996, pp. 387–394] (In Russ.).

74. Сложеникина Л.В., Макар В.Р., Коломийцева И.К. Катехоламинергическая система в гипоталамусе при хроническом гамма-облучении крыс // *Радиация. биология. Радиоэкология*. 1997. Т. 37, № 1. С. 25–29 [Slozhenikina L.V., Makar V.R., Kolomytseva I.K. Catecholaminergic system in the hypothalamus during chronic gamma irradiation in rats. *Radiation. biology. Radioecology*, 1997, Vol. 37, No. 1, pp. 25–29 (In Russ.)].
75. Гончаренко Е.Н., Антонова С.В., Ахалая М.Я., Кудряшов Ю.Б. Влияние малых доз ионизирующей радиации на уровень содержания катехоламинов и кортикостероидов в надпочечниках мышей // *Радиация. биология. Радиоэкология*. 2000. Т. 40, № 2. С. 160–161 [Goncharenko E.N., Antonova S.V., Akhalaya M.Ya., Kudryashov Yu.B. Effect of low doses of ionizing radiation on the level of catecholamines and corticosteroids in the adrenal glands of mice. *Radiation. biology. Radioecology*, 2000, Vol. 40, No. 2, pp. 160–161 (In Russ.)].
76. Потапова В.В., Федянина Л.Н., Маслов В.П. Биологически активные добавки из морских гидробионтов Тихого океана – средства массовой профилактики последствий облучения человека // *Здоровье. Медицинская экология. Наука*. 2002. Т. 8–9, № 4–5. С. 54. [Potapova V.V., Fedyanina L.N., Maslov V.P. Biologically active additives from marine hydrobionts of the Pacific Ocean – means of mass prevention of the consequences of human exposure. *Zdorovye. Medical ecology. The science*, 2002, Vol. 8–9, No. 4–5, P. 54 (In Russ.)].
77. Гончарова Р.И., Смолич И.И. Генетическая эффективность малых доз ионизирующей радиации при хроническом облучении мелких млекопитающих // *Радиация. биология. Радиоэкология*, 2002, Т. 42, № 6, С. 654–660 [Goncharova R.I., Smolich I.I. Genetic efficiency of small doses of ionizing radiation in chronic irradiation of small mammals. *Radiats. biology. Radioecology*, 2002, Vol. 42, No. 6, pp. 654–660 (In Russ.)].
78. Jiao G., Yu G., Zhang J., Ewart H.S. Chemical structures and bioactivities of sulfated polysaccharides from marine algae. *Mar Drugs*, 2011, No. 9, pp. 96–223. doi: 10.3390/md9020196
79. Pomin V.H. Marine non-glycosaminoglycan sulfated glycans as potential pharmaceuticals. *Pharmaceuticals*. 2015, No. 8, pp. 848–864. doi: 10.3390/ph8040848
80. Jesus Raposo M.F., Morais A.M., Morais R.M. Marine polysaccharides from algae with potential biomedical applications. *Mar Drugs*, 2015, Vol. 13, № 5, pp. 2967–3028. doi: 10.3390/md13052967
81. Cumashi A., Ushakova N.A., Preobrazhenskaya M.E., D’Incecco A., Piccoli A., Totani L., et al. A comparative study of anti-inflammatory, anticoagulant, antiangiogenic, and antiadhesive activities of nine different fucoidans from brown seaweeds. *Glycobiology*, 2007, Vol. 17, pp. 541–552. doi: 10.1093/glycob/cwm014
82. Подкорытова А.В., Рощина А.Н., Евсеева Н.В., Усов А.И., Головин Г.Ю., Попов А.М. Бурые водоросли порядков Laminariales и Fucales Сахалино-Курильского региона: запасы, добыча, использование. *Труды ВНИРО*. 2020. Т. 181. С. 235–256 [Podkorytova A.V., Roshchina A.N., Evseeva N.V., Usov A.I., Golovin G.Yu., Popov A.M. Brown algae of the orders Laminariales and Fucales of the Sakhalin-Kuril region: reserves, production, use. *Trudy VNIRO*, 2020, Vol. 181, pp. 235–256 (In Russ.)]. doi: 10.36038/2307-3497-2020-181-235-256
83. Гурулева О.Н., Аминина Н.М. Исследование содержания фукоидана в бурых водорослях Дальневосточного региона // *Известия ТИНРО*. 2013. Т. 172. С. 265–273 [Guruleva O.N., Aminina N.M. Study of the content of fucoidan in brown algae of the Far East region. *Izvestiya TINRO*, 2013, Vol. 172, pp. 265–273 (In Russ.)].

ЛЕКЦИЯ / LECTURE

УДК 159.9.072

<https://doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-2-32-48>

РОЛЬ СТРЕССА В РАЗВИТИИ ПСИХОНЕВРОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ ПРИ ВИЧ-ИНФЕКЦИИ

¹И.М. Улюкин*, ^{2,3,4}В.В. Рассохин, ¹Е.С. Орлова, ¹А.А. Сечин

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

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

³Институт экспериментальной медицины, Санкт-Петербург, Россия

⁴Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии
имени Пастера, Санкт-Петербург, Россия

В лекции систематизированы современные представления о роли стресса в развитии психоневрологических нарушений у людей, живущих с ВИЧ (ЛЖВ): разнообразие факторов стресса, механизм участия их в патогенезе, основные клинические последствия, профилактика и меры по сохранению психологического здоровья. Проанализированы актуальные на сегодняшний день группы людей, склонных к хроническому стрессу, имеющих особенности по различным признакам: демографическим, социальным, возрастным, этническим и др., с повышенным риском восприимчивости к заражению ВИЧ-инфекцией, что может вести за собой дополнительные соматические и поведенческие последствия. Особое внимание обращено на влияние фонового психологического стрессового бремени, депрессии, посттравматического стрессового расстройства, последствия прямого и непрямого вирусологического патогенного воздействия ВИЧ на организм человека.

Лекция предназначена для широкого круга специалистов, принимающих участие в планировании и реализации программ профилактики, медико-социальной и психологической помощи в различных группах населения и трудовых коллективах.

Ключевые слова: морская медицина, ВИЧ-инфекция, эпидемия, психоневрологические нарушения, коморбидные заболевания, факторы стресса, тревога, депрессия, посттравматическое стрессовое расстройство, медико-психологическое сопровождение

*Для корреспонденции: Улюкин Игорь Михайлович, e-mail: igor_ulyukin@mail.ru

*For correspondence: Igor M. Ulyukin, e-mail: igor_ulyukin@mail.ru

Для цитирования: Улюкин И.М., Рассохин В.В., Орлова Е.С., Сечин А.А. Роль стресса в развитии психоневрологических нарушений при ВИЧ-инфекции // *Морская медицина*. 2023. Т. 9, No. 2. С. 32-48, <https://doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-2-32-48> EDN: <https://elibrary.ru/GOFPEK>

For citation: Ulyukin I.M., Rassokhin V.V., Orlova E.S., Sechin A.A. Stress factors in psycho-neurological disorders' pathogenesis in HIV-infection // *Marine medicine*. 2023. Vol. 9, No. 2. P. 32-48, <https://doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-2-32-48> EDN: <https://elibrary.ru/GOFPEK>

© Авторы, 2023. Издатель ООО Балтийский медицинский образовательный центр. Данная статья распространяется на условиях «открытого доступа», в соответствии с лицензией ССВУ-NC-SA 4.0 («Attribution-NonCommercial-Share-Alike» / «Атрибуция-Некоммерчески-Сохранение Условий» 4.0), которая разрешает неограниченное некоммерческое использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии указания автора и источника. Чтобы ознакомиться с полными условиями данной лицензии на русском языке, посетите сайт: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.ru>

STRESS FACTORS IN PSYCHO-NEUROLOGICAL DISORDERS' PATHOGENESIS IN HIV-INFECTION

¹Igor M. Ulyukin*, ^{2,3,4}Vadim V. Rassokhin, ¹Elena S. Orlova, ¹Aleksey A. Sechin

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

²Pavlov First St. Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russia

³Institute of Experimental Medicine, St. Petersburg, Russia

⁴St. Petersburg Pasteur Research Institute of Epidemiology and Microbiology, St. Petersburg, Russia

The lecture systemizes modern ideas about the role of stress in the development of neuropsychiatric disorders in people with HIV (PLWH): variety of stress factors, mechanism of their involvement in pathogenesis, main clinical implications, prevention and measures of maintaining mental health. There was the analysis of currently relevant groups of people with chronic stress and various characteristics: demographic, social, age, ethnic, etc., with an increased risk of susceptibility to HIV infection that can lead to additional somatic and behavioural consequences. A special attention is paid to the effect of background psychological stress burden, depression, post-traumatic stress disorder, direct and indirect virologic pathogenic effects of HIV on the human body.

The lecture is intended for a wide range of specialists, participating in planning and implementing prevention programmes, medical, social and psychological support in different populations and workplace.

Keywords: marine medicine, HIV infection, epidemic, neuropsychiatric disorders, comorbid diseases, stress factors, anxiety, depression, post-traumatic stress disorder, medical and psychological support

Введение. В Российской Федерации (РФ) эпидемиологическая ситуация по инфекции, вызванной вирусом иммунодефицита человека (ВИЧ, ВИЧ-инфекция) сохраняется напряженной, за последние 5 лет прирост числа новых случаев инфицирования практически не изменился [1], а основной причиной летальных исходов у людей, живущих с ВИЧ-инфекцией (ЛЖВ), являются вторичные инфекционные и неинфекционные заболевания. Важно подчеркнуть, что и на уровне ВОЗ и UNAIDS можно услышать тревожные высказывания относительно успехов в преодолении ВИЧ-эпидемии: «Прогресс в области профилактики и лечения ВИЧ-инфекции замедляется во всем мире, подвергая миллионы людей серьезной опасности...» (www.unaids.org/en/resources/documents/2022/in-danger-global-aids-update). Тем не менее на сегодняшний день во многих странах, включая РФ, разработаны стратегии и программы по снижению распространения ВИЧ-инфекции, имеются эффективные меры по решению основных проблем (табл. 1).

Отмечается высокая распространенность сочетаний вторичных заболеваний у ЛЖВ, особенно в регионах с низким уровнем ресурсов, выделяемых для их медико-психологического сопровождения [2–4]. Так, у больных отделений реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) инфекционного стационара сочетания

вторичных заболеваний были диагностированы у 75,9 % больных (выявлено 275 различных сочетаний вторичных заболеваний – от двух до семи у одного больного) [1].

Внедрение в широкую практику антиретровирусной терапии (АРТ) превратило ВИЧ-инфекцию в медикаментозно управляемое хроническое заболевание [5]. Необходимо при этом отметить, что на сегодняшний день АРТ не в силах полностью элиминировать ВИЧ из организма человека в силу биологических особенностей вируса и взаимодействия с клетками: интеграция в ДНК хозяина, переход в латентную форму, создание клеточных и анатомических резервуаров для вируса (печень, почки, центральная нервная система, включая клетки микроглии, астроциты, олигодендроциты, перициты) и др. [6–9]. Таким образом, необходимо постоянно принимать АРТ для контроля над репликативной активностью ВИЧ, предупреждения прогрессирования иммуносупрессии, учета спорадических и в настоящее время непредсказуемых выходов ВИЧ из латентного состояния [10, 11].

Вместе с тем отмечено, что длительный прием антиретровирусных препаратов (АРВП) может повлечь за собой ряд неблагоприятных последствий для организма больного, включая увеличение цитопении, энтеропатии, изменение массы тела, сердечно-сосудистые и метаболические заболевания и расстройства, ряд не-

Инструменты и подходы к преодолению эпидемии ВИЧ-инфекции

Tools and approaches to overcoming the HIV epidemic

Инструменты и подходы	Исзуемые вопросы
Накопление информации	Биология вируса, характеристика эпидемического процесса, особенности распространения ВИЧ-инфекции в обществе среди определенных групп населения, возможности профилактики медико-психологического сопровождения
Результаты исследований и открытий	В области фундаментальных и прикладных исследований
Достижения в разработке и назначении АРТ	Прием АРВП и других медикаментов ЛЖВ поддерживает неопределяемую ВН ВИЧ, способствует долгой стабильной жизни и минимизации риска передачи ВИЧ половым путем
Модели эффективной помощи и профилактики ВИЧ-инфицирования	Более чем 20-летний опыт привлечения и удержания пациентов в рамках эффективной помощи, диспансерно-динамического наблюдения
Доконтактная профилактика (ДКП)	Широкое применение ежедневного приема 2 пероральных АРВП в одной таблетке; доказана высокая эффективность в профилактике ВИЧ-инфекции у лиц с высоким риском; снижение риска заражения ВИЧ до 97 %
Новые лабораторные и эпидемиологические методы	Позволяют точно определить места наиболее быстрого распространения, максимального вреда ВИЧ-инфекции для здоровья человека, что позволяет быстро реагировать и выделять необходимые ресурсы

Примечание: ЛЖВ – люди, живущие с ВИЧ-инфекцией / СПИДом; ВН – вирусная нагрузка; АРТ – антиретровирусная терапия; АРВП – антиретровирусные препараты

Note: ЛЖВ – people living with HIV/AIDS; ВН – viral load; АРТ – antiretroviral therapy; АРВП – antiretroviral drugs

врологических и психологических проблем [12, 13]. Кроме того, недостаточная приверженность ЛЖВ к медико-психологическому сопровождению в целом и к АРТ в частности приводит к развитию устойчивости (невосприимчивости) ВИЧ к АРВП, снижению эффективности лечения и тем самым к ухудшению соматического статуса и психологического состояния человека, а увеличение (усиление) лекарственной терапии основного и сопутствующих заболеваний добавляет финансовое бремя, еще больше увеличивая психологический стресс для ЛЖВ [14–16] (табл. 2; рис. 1).

ВИЧ-инфекция и связанные со стрессом сопутствующие нарушения становятся более значимыми с возрастом и способствуют изменению нейрокогнитивных функций (сюда традиционно относят депрессию, злоупотребление психоактивными веществами / ПАВ, нарушение функции почек, диабет, увеличение массы

тела [17, 18]). Эти сопутствующие заболевания чаще встречаются у ЛЖВ, которые изначально испытали значительный стресс. Показано, что хронический стресс у этих лиц негативно влияет на их повседневную деятельность, ухудшая память, исполнительные функции и общую повседневную активность, ощутимо влияя на повседневную жизнь людей [19].

Виды и классификации феномена стресса. В настоящее время под термином «стресс» (от англ. stress – нагрузка, напряжение; состояние повышенного напряжения) понимают совокупность неспецифических адаптационных (нормальных) реакций организма на воздействие различных неблагоприятных факторов-стрессоров (физических или психологических), нарушающих его гомеостаз, а также соответствующее состояние нервной системы организма (или организма в целом). Стресс направлен на развитие в ответ

Медицинские / немедицинские составляющие здоровья ЛЖВ

Medical / non-medical components of PLHIV health

№ пп	Фактор	Пояснения, характеристика
1.	Мультиморбидность	- Коморбидность: сердечно-сосудистые заболевания; сахарный диабет; ХБП; неврологические, психиатрические и когнитивные нарушения; остеопороз; ЗНО; немощность; ОИ; коинфекции - Чрезмерное употребление алкоголя, зависимость от ПАВ, депрессия - Ослабление функций: снижение слуха / зрения / либидо, недержание мочи и др.
2.	Оказание медицинской помощи	- Несогласованность на этапах оказания специализированной / неспециализированной медицинской помощи; - Отсутствие преемственности, междисциплинарности; - Не учитывается мнение пациента
3.	Полифармация	- Помимо препаратов для АРТ; - Проблема НЯ, МЛВ, МР
4.	Низкий уровень образованности и культуры	Включая пациентов, окружения, представителей медицинских, социальных и др. учреждений
5.	Социальная изоляция и одиночество	Отсутствие/недостаток курации, сопровождения, поддержки
6.	Стигматизация	Включая самостигматизацию, со стороны других людей
7.	Незащищенность	Социальная, финансовая, жилищная и др.
9.	Другие	

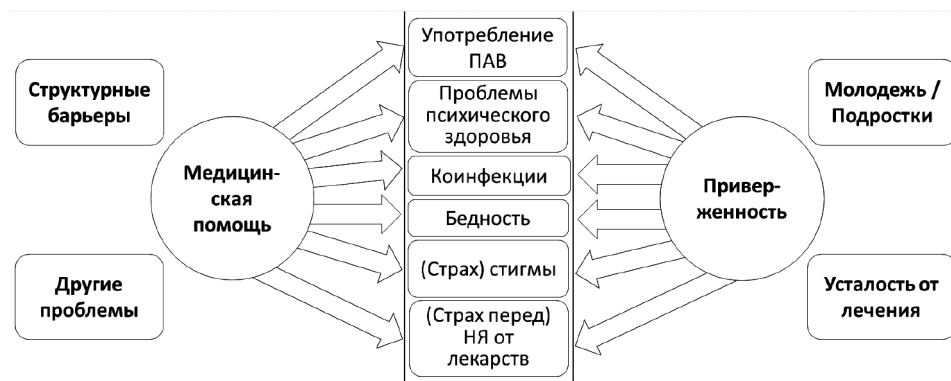
Примечание: ЛЖВ – люди, живущие с ВИЧ-инфекцией / СПИДом; ХБП – хронические болезни почек; ЗНО – злокачественные новообразования; ПАВ – психоактивные вещества; АРТ – антиретровирусная терапия; НЯ – нежелательные явления; МЛВ – межлекарственные взаимодействия; МР – мутации резистентности

Note: ЛЖВ – people living with HIV/AIDS; ХБП – chronic kidney disease; ЗНО – malignant neoplasms; surfactants, ПАВ – psychoactive substances; АРТ – antiretroviral therapy; НЯ – adverse events; МЛВ – drug interactions; МР – resistance mutations

на стрессорное воздействие защитно-приспособительных реакций организма с вовлечением симпатoadренальной системы (активация нейрогуморальной регуляции путем возбуждения симпатической вегетативной нервной системы и гиперсекреции гормонов по схеме «кортикотропин-рилизинг-гормон (КРТГ, гипоталамус) → адренкортикотропный гормон (АКТГ, гипофиз) → кортикостероиды (кора надпочечников)» и связан с развитием общего и местного адаптационного синдрома. Принято отличать собственно стресс как общую биологическую физиологическую реакцию живого организма, присущую не только человеку, от психологического (психозэмоционального)

стресса, связанного с высшей нервной деятельностью человека.

Но каким бы ни был стресс, эмоциональным или физическим (или тем и другим одновременно), воздействие его на организм имеет общие неспецифические черты. В результате единичной (или повторяющейся) стрессовой, психотравмирующей ситуации (участие в военных действиях, угроза смерти, тяжелая физическая травма, сексуальное насилие) может возникнуть посттравматическое стрессовое расстройство, представляющее собой тяжелое психическое состояние – такая травма влияет не только на содержание и структуру психического аппарата, адаптивные ресурсы, но и на



БАРЬЕРЫ:

Структурные: транспорт, уход за детьми, проблемы с работой, трудности, связанные с приемом у врача, миграция, лишение свободы;

Медико-социальные: ограничения страхования, отсутствие средств для лечения сопутствующих заболеваний, нестабильность с пребыванием, с жильем, отсутствие постоянного прикрепления к МУ и др.

Рис. 1. Факторы, влияющие на своевременность и качество оказания медицинской помощи, ДДН и лечение в связи с ВИЧ-инфекцией. ДДН – диспансерное динамическое наблюдение; ПАВ – психоактивные вещества; НЯ – нежелательные явления; ОМС – обязательное медицинское страхование; МУ – медицинские учреждения

Fig. 1. Factors affecting the timeliness and quality of medical care, DDN and treatment in connection with HIV infection. ДДН – dispensary dynamic observation; ПАВ – psychoactive substances; НЯ – undesirable phenomena; ОМС – compulsory medical insurance; МУ – medical institutions

способы существования человека в мире, его ценности и смысл бытия.

Стресс как явление рассматривается и подвергается всестороннему анализу, делаются попытки систематизировать и классифицировать его по всевозможным признакам, но этот процесс на сегодняшний день не завершен. Так, пандемия инфекции COVID-19 актуализировала социально-психологическую проблематику стресса, показала необходимость всестороннего изучения этого феномена.

Систематизация видов стресса основана на анализе основных составляющих его возникновения: факторы и условия, приводящие к стрессу, интенсивность воздействия; ответные реакции при стрессе; поведение индивида в состоянии стресса; роль эмоционального фактора в состоянии напряженности.

Выделяют стресс острый и хронический, физический (физиологический), психологический, эмоциональный, внутрличностный, межличностный, семейный, рабочий, профессиональный (организационный), социальный, информационный, финансовый, экологический. В каждом конкретном случае используются разные критерии для выделения отдельных видов стресса, факторы, лежащие в основе формирования классификаций

стресса, являются разноплановыми. Представленный перечень видов стресса не является исчерпывающим, возможно расширение многообразия отдельных форм реализации и подвидов стресса за счет появления новых представлений на данное явление.

Развитие того или иного вида стресса находится в зависимости от всех факторов ситуации, в которой оказался человек: здоровье как психическое, так и физическое, личностные особенности, привычный способ жизни и реагирования на стресс, механизм индивидуальной психологической защиты, степень психологической и социальной поддержки.

При детализации взглядов на виды стресса, которая была бы полезной в контексте ВИЧ-инфекции и коморбидных состояний следует, на наш взгляд, более подробно рассмотреть их со следующих точек зрения.

Существенным является анализ стресса по критерию времени и силы; по данным разных авторов, он может быть длительный (хронический) либо кратковременный (острый).

Кратковременный стресс представляет собой как бы всестороннее проявление начала длительного стресса – при действии стрессоров, вызывающих длительный стресс (а длительно может выдержать только сравнительно

несильные нагрузки), начало развития стресса бывает стертым, с определенным числом проявлений адаптационных процессов. Для кратковременного стресса характерно бурное расходование «поверхностных» адаптационных резервов и наряду с этим начало мобилизации «глубоких». Если «поверхностных» резервов недостаточно для ответа на экстремальные требования среды, а темп мобилизации «глубоких» недостаточен для возмещения расходуемых адаптационных резервов, то особь может погибнуть при совершенно неизрасходованных «глубоких» адаптационных резервах. Кратковременный стресс возникает неожиданно, быстро, может проявляться состоянием шока (однако, если стрессовое состояние было очень острым и компенсировать его не удалось, оно может перетекать в хронический стресс, который длится долго; даже если шоковая ситуация остается позади, воспоминания о ней становятся травмирующими).

Долговременный стресс включается позднее, оперирует часами, он направлен на длительное сопротивление стрессору, в основе его механизма – включение в реакцию гормонов гипофиза и коры надпочечников. Этот стресс также может развиваться из-за факторов малой значимости, но постоянно воздействующих на человека; состояние особенно усугубляется, когда факторов оказывается слишком много (например, проблемы на работе, трудности в рабочих и семейных взаимоотношениях одновременно).

Поэтому иногда в зависимости от скорости и интенсивности включения адаптационного механизма выделяют срочный/немедленный стресс (он возникает моментально, оперирует секундами и направлен на быстрый выход из опасной ситуации по механизму возбуждения симпатoadреналовой системы); долговременный/длительный стресс предполагает постепенную мобилизацию и расходование как «поверхностных», так и «глубоких» адаптационных резервов.

Кроме того, по природе стресса его можно разделить на физиологический / физический и психологический / эмоциональный.

Показано, что физиологический стресс имеет два аспекта, он возникает:

1) от физической перегрузки организма и (или) вследствие воздействия на него вредных факторов окружающей среды (физических:

переохлаждение, перегрев, ожоги, обморожения, действие излучения, темнота, яркий свет, сильный неприятный звук, вибрация, качка, шум, жажда, голод, чрезмерная нагрузка мышц или ее отсутствие; механических: хирургические вмешательства, медицинские процедуры; повреждение органов и тканей; химических: воздействия ядов и токсинов, промышленных отходов, загрязнение почвы, воздуха; биологических: патогенное воздействие грибов, вирусов, бактерий);

2) как нетипичная реакция физической (физиологической) природы человека на конфликтную ситуацию, которая проявляется изменением физического состояния человека (например, появление новых или обострение имеющихся хронических заболеваний, хроническая усталость, бессонница, головокружение, потеря аппетита, удушье, кровопотеря).

Как полагают, психологический стресс является следствием нарушения психологической устойчивости личности по целому ряду причин (например, оскорбленное самолюбие, неприятности в семье и на работе, выполнение слишком большого объема работы и наличие ответственности за ее качество). Пусковым фактором этого варианта стресса становится наличие характерной эмоции отреагирования на имеющееся состояние (то есть стресс вызывает характерный эмоциональный настрой человека).

С точки зрения ЛЖВ важно отметить источник возникновения стресса: *внутриличностный* (отражает конфликт внутри самой личности: несбывшиеся ожидания, нереализованные потребности, бессмысленность и бесцельность поступков, болезненные воспоминания, неадекватность оценки событий и т.п.); *межличностный* (вызван сложностями во взаимодействии с другими людьми: субъективной оценкой трудности межличностного взаимодействия, наличием актуальных конфликтов или угрозой их возникновения); *личностный* (имеет отношение к тому, что делает индивид и что происходит с ним, когда он не выполняет, нарушает определенные предписанные социальные роли, такие, как роль родителя, мужа, служащего. Все это проявляется в связи с такими явлениями, как нарушение здоровья, плохие привычки, сексуальные трудности, скука, старение, уход на пенсию / получение инвалидности вследствие той или иной болезни.

По психоэмоциональной окраске психологический стресс может быть:

а) положительным / позитивным (эустресс), вызванным положительными эмоциями, либо стрессом, мобилизующим организм; при развитии эустресса проявляются положительные мобилизующие воздействия на психику и организм человека, которые повышают концентрацию внимания, улучшают реакцию и психическую активность в целом, происходит активизация познавательных процессов и процессов самосознания, осмысления действительности, памяти, улучшаются адаптационные свойства организма; в этих состояниях в кровь выделяются все те же гормоны стресса, но здесь длительность стрессового состояния краткосрочная, и ее можно взять под контроль.

б) отрицательным / негативным (дистресс); этот термин был впервые употреблен Г. Селье для разделения между собой неблагоприятного развития стрессовой реакции и обычного, нормального, необходимого уровня напряжения систем и равновесий человеческого организма. Дистресс – патологический стресс, который негативно влияет на психику и здоровье человека, ухудшает психическую деятельность, деформирует поведение, порой приводя к абсолютной дезорганизации, ему сопутствует гиперактивация нейрогуморальных систем, что может стать болезнетворным источником для всех систем и органов организма (что и служит причиной возникновения или обострения психических, психосоматических и физиологических изменений).

В плане медико–психологического сопровождения ЛЖВ целесообразен и анализ стресса по областям проявления: аутогенный; социогенный; профессиогенный; техногенный.

Под аутогенным стрессом понимают стресс, спровоцированный индивидуальными внутренними реакциями на происходящее вокруг (сюда относят чрезмерную мнительность, заниженную самооценку или чувство неполноценности, слабую адаптационную способность, неадекватную интерпретацию поведения других); некоторые черты характера или психологические особенности могут быть одними из причин возникновения стресса либо усиливать действие других причин.

К социогенному стрессу относят неблагоприятные ситуации, произошедшие в социальной действительности (в частности, межличност-

ные конфликты, препятствия к достижению цели или выполнению трудовых обязательств, нестабильный микроклимат в коллективе).

Профессиогенный стресс вызывается непосредственными условиями труда (особенностью ритма трудовой деятельности в течение рабочего дня, недели, месяца; работой технических средств и оборудования, которое используется ежедневно).

К техногенному стрессу относятся условия окружающего пространства на работе и перемещений до работы (например, шумовое загрязнение города, многолюдность на остановках, в транспорте, движение транспорта, автомобильные пробки, смог).

По собственному опыту работы, у ЛЖВ часто возникает и информационный стресс, как разновидность психоэмоционального (вследствие информационных перегрузок / недостатка информации, ответственности за себя и за значимых лиц, недостатка времени для принятия решений).

Особую роль играет выявление и анализ направленности на качество жизни ЛЖВ стрессовых факторов, в частности:

а) стрессоры активной деятельности – воздействуют на организм в процессе выполнения человеком какого-либо целенаправленного акта; возможно не только нарушение течения деятельности, но также ее усиления / мобилизации; это могут быть экстремальные стрессоры (участие в боевых действиях и всех других ситуациях, связанных с риском), производственные стрессоры (работа с большой долей ответственности, с дефицитом времени и т. п.), стрессоры психосоциальной мотивации (участие в разного рода соревнованиях и конкурсах);

б) стрессоры оценок – им свойственна эмоциональная окраска настоящей или предстоящей деятельности; могут действовать на человека задолго или непосредственно перед осуществлением деятельности, сразу после окончания или через большой промежуток времени после совершения действия (многие взрослые помнят обидные клички, которые давали им учителя в школе; сюда входят также старт-стрессоры и стрессоры памяти – предстоящие состязания, защита диплома, выступление в концерте, внезапное воспоминание о пережитом горе);

в) стрессоры побед и поражений (успехи в карьере, искусстве, спорте; любовь, женитьба,

рождение ребенка; поражения, неуспехи, непризнания в деятельности, болезнь близкого человека);

г) стрессоры зрелищ (просмотр спортивных зрелищ, кинофильмов, театральных представлений, предметов изобразительного искусства и т. п.);

д) стрессоры рассогласования деятельности (стрессоры разобщения: конфликтные ситуации, угроза, неожиданное значимое известие и т. п.);

е) стрессоры ограничений психосоциальных и физиологических (заболевания, ограничивающие обычные сферы деятельности, изоляция, дискомфорт, сексуальная дисгармония, голод, жажда).

Причины развития стресса у ЛЖВ.

В настоящее время стресс классифицируют как любое умственное или эмоциональное напряжение, возникающее в результате сложных обстоятельств. Он может проявляться в виде депрессии, тревоги, посттравматического стрессового расстройства (ПТСР) [20] либо разнообразных нейрокогнитивных нарушений. Биологические половые признаки являются важным драйвером различий в реакции на стресс у женщин и мужчин и, следовательно, связанных со стрессом последствий для нервной системы (например, депрессии, тревожные расстройства) [21]. Так, у ЛЖВ эта половая разница сохраняется и для других расстройств, связанных со стрессом [22, 23]. Социальная стратификация влияет на действия, вызванные стрессом, а это может в перспективе привести к дополнительному рискованному поведению.

Восприимчивость к хроническому стрессу играет важную роль в заражении ВИЧ-инфекцией. Так, к лицам этой группы риска относят тех, кто пережил детскую травму, имеет более низкий социально-экономический статус, кто испытывает угнетение, проявления расизма либо другие травмирующие случаи на протяжении всей своей жизни [24]. Ранее было показано, что по мере усиления симптомов ПТСР усиливаются и эмоциональные реакции человека, связанные с конкретными воспоминаниями, что указывает на способность к изменению воспоминаний после травматического или стрессового опыта [25, 26], а предрасположенность к ПТСР коррелирует с предтравматической тревожностью, общим негативным когнитивным искажением при преодолении

трудных обстоятельств, с сильными факторами стресса окружающей среды (например, на работе, дома), сильными системными стрессорами (например, бедностью), нарушением когнитивных функций [27, 28]. Кроме того, усиление симптомов депрессии и тревоги, связанное с агрессивным поведением, свидетельствует о беспомощности [29], при этом у людей с травмами в детстве чаще развиваются депрессивные расстройства в более позднем возрасте [30]. Более того, хронический стресс и его последующие нейрокогнитивные проявления имеют дополнительные соматические и поведенческие последствия: так, по мере увеличения длительности хронического стресса возрастает вероятность развития злоупотребления ПАВ и появления аддиктивного поведения, особенно в социально неблагополучных группах [31]. При этом отмечалось, что не у всех людей, подвергшихся травмирующему событию, развивается ПТСР, точно так же, как не у всех, кто испытывает стресс, развиваются нейрокогнитивные нарушения [32].

Кроме того, известно, что стигма, связанная с ВИЧ-инфекцией, также негативно влияет на стресс-факторы и оказывает негативное влияние на психологическое здоровье ЛЖВ [33, 34]. Высокий уровень стигмы связан с редкими визитами к врачу по поводу ВИЧ-инфекции (и, тем самым, с увеличением негативных последствий для физического здоровья больного, хотя это можно смягчить, усилив социальную поддержку и, таким образом, повысив личную устойчивость) [35].

Необходимо особо подчеркнуть известную связь между травматическим опытом, ПТСР и злоупотреблением ПАВ [36, 37]; показано, что люди могут принимать эти препараты в качестве формы самолечения, чтобы облегчить неприятное настроение и связанные с этим телесные ощущения (считается, что эта связь выражена сильнее у женщин, чем у мужчин, то есть женщины чаще злоупотребляют ПАВ в качестве механизма преодоления неблагоприятных событий); если же женщины испытали эмоциональную или сексуальную травму в детстве, то это усугубляет данное явление [38, 39].

ВИЧ-инфекция как стресс-фактор.

Подобно воздействию отдельно взятого хронического стресса ВИЧ-инфекция несоразмерно влияет на группы населения, которые традиционно страдали от неравенства в состо-

нии здоровья, включая группы тех или иных меньшинств и людей с более низким социально-экономическим статусом [40, 41], а злоупотребление ПАВ влияет не только на уровень ВИЧ-инфицирования, но и на приверженность ЛЖВ лечению и уходу. Так, на долю женщин приходится большее количество новых случаев ВИЧ-инфицирования ежегодно, поскольку различные социальные, экономические и политические факторы и связанная с ними стигма способствуют уязвимости женщин к этому заболеванию [42], а чернокожие мужчины, имеющие половые контакты с мужчинами (МСМ), группа, которая считается наиболее уязвимой к ВИЧ-инфекции по причине изолированности в социально-экономическом отношении, определяемой как отсутствие учебы и работы, злоупотребляют алкоголем и проявляют другие виды негативного поведения, связанного со злоупотреблением ПАВ [43]. Так, люди, страдающие от стресса / злоупотребляющие ПАВ, склонны к рискованному сексуальному поведению, что увеличивает вероятность передачи ВИЧ-инфекции [44]; показана отрицательная корреляция между уровнями синдемического стресса, использованием презервативов и раскрытием информации о ВИЧ-инфекции [45, 46], несмотря на положительное влияние образовательных программ на рискованное сексуальное поведение в этих группах [47].

Помимо демографической основы стресса, увеличивающего вероятность заражения ВИЧ-инфекцией, этому способствуют и его соматические последствия. Так, установлено, в частности, сам по себе хронический стресс снижает хемотаксис иммунных клеток и экспрессию молекул селектина, что в конечном итоге снижает способность организма защищаться в местах проникновения инфекции или воспаления, нарушает β^2 -адренергическую опосредованность мобилизации Т-лимфоцитов, еще больше ухудшая способность организма реагировать на инфекцию [48]. Это особенно важно для ВИЧ-инфекции, поскольку вирус может передаваться половым путем и проникать в организм через слизистые оболочки. То есть сочетание демографического совпадения для тех, кто испытывает хронический стресс, и соматического воздействия стресса на снижение иммунной защиты организма синергетически способствует увеличению количества случаев заражения ВИЧ-инфекцией в этой группе лиц.

ВИЧ-инфекция как фактор развития неврологических и психических расстройств. Хронический стресс не только увеличивает вероятность заражения ВИЧ, но также ускоряет соматические последствия самого заболевания, повышая вероятность развития нервно-психических расстройств, так как при ВИЧ-инфекции происходит поражение клеток и структур головного мозга (ГМ) [49]. Хроническое воспаление и истощение иммунной системы, вызванное хроническим стрессом в сочетании с воспалением, связанным с ВИЧ-инфекцией, создают слабое системное состояние, восприимчивое к распространению вируса по всему ГМ [50], это также делает ЛЖВ более восприимчивыми к дальнейшим сопутствующим заболеваниям и инфекциям [51, 52], даже несмотря на проведение АРТ.

На этом фоне нейропсихиатрические расстройства, связанные с ВИЧ-инфекцией, могут варьировать от легких до тяжелых в зависимости от стадии иммунодефицита; в частности, распространенность ПТСР среди ЛЖВ колеблется от 5 до 74 % (по сравнению с 7–10 %, выявленными в общей популяции), при этом отмечена связь между диагнозом ПТСР и снижением приверженности к АРТ [53, 54].

ЛЖВ постоянно сообщают о значительном ухудшении качества жизни, связанного с физическим и психическим здоровьем [55]. Так, отмечено, что большое депрессивное расстройство может возникать у 42 % ЛЖВ, что выше, чем среди населения в целом [56]. Нервно-психические нарушения являются результатом многих факторов, с которыми сталкиваются ЛЖВ: финансовый стресс, отсутствие продовольственной безопасности, географическое положение в сельской местности, стресс в раннем возрасте в дополнение к другим факторам риска, уже определенным для таких больных [57, 58].

Принимая во внимание совпадение прямых и опосредованных взаимодействий стресса и ВИЧ-инфекции (и то, как эти биологические отношения различаются в зависимости от пола пациентов), ранее было отмечено, что при хроническом течении этого заболевания женщины с большей вероятностью имеют более низкую вирусную нагрузку ВИЧ и более высокое количество CD4-лимфоцитов в крови, что предполагает лучший соматический контроль над ВИЧ-инфекцией. Тем не менее женщины также

более склонны к развитию СПИДа по сравнению с мужчинами, что указывает на наличие половых различий в факторах, усиливающих прогрессирование заболевания [59]. При этом женщины-ЛЖВ, перенесшие стресс в раннем возрасте, имеют значительные отличия в ГМ (области правой передней поясной коры, гиппокампа, мозолистого тела, хвостатых ядер) при том, что изменения в этих областях ГМ связаны с более низкими нейрокогнитивными характеристиками в скорости обработки, внимания/рабочей памяти, абстракции/исполнительных функций, двигательных навыков, обучения и языка/беглости [60], что указывает на то, что пол играет роль как в соматическом стрессе, так и в клиническом проявлении ВИЧ-инфекции [61]. У ЛЖВ были обнаружены аномальные глюкокортикоид-опосредованные иммунные ответы, особенно очевидные у женщин [62], отмечено, что половые стрессовые расстройства связаны не только с хромосомными различиями, но и с половыми стероидами [63].

Комбинированное влияние хромосомных и гормональных эффектов приводит к различиям в нейронных цепях, активации нейронов и последующих геномных реакциях на воздействие стресса и депрессии [64, 65]. Половые различия включают относительные различия в функциях областей ГМ, в том числе миндалевидное тело (МТ), префронтальную кору (ПФК), гиппокамп [66, 67].

Морфологические паттерны стресса, ассоциированного с ВИЧ. Воздействие хронического стресса и происхождение индивидуальных вариаций в стрессовых реакциях по крайней мере частично связаны с областями за пределами первичного контура стресса [68]. Считается, что МТ модулирует опосредованную стрессом реакцию страха, а различия в структуре и функции МТ, вызванные хроническим стрессом, как раз и обусловлены психоневрологическими и поведенческими изменениями, связанными со стрессом [69, 70]. Хотя МТ человека, как полагают, не имеет полового диморфизма, паттерны изменения миндалевидного тела заметно различаются в зависимости от пола (так, у женщин оно развивается быстрее, чем у мужчин; при этом у женщин наблюдается замедление увеличения в возрасте 13 лет, тогда как у мужчин оно не наблюдается до 20 лет [71]). Есть мнение, что такая разница в созревании области, критической для развития

стресса, является убедительной для половых различий в реакциях на стресс, особенно в связи с непропорциональным влиянием травмы в подростковом возрасте на женщин по сравнению с мужчинами [72]. Хотя существенных различий в МТ между полами, как считается, нет, функциональные различия были продемонстрированы при измерении передачи сигналов, зависящих у людей от уровня кислорода в крови, а также при оценке нейротрансмиттерных и нейропептидных ответов [73]. Поэтому полагают, что различия в развитии и функциональной активации МТ у мужчин и женщин играют ключевую роль в управлении половыми различиями в реакциях на стресс и, как следствие, в проявлении расстройств, связанных со стрессом.

В отношении взаимосвязи между ВИЧ-инфекцией и МТ было показано, что сочетание стресса в раннем возрасте и ВИЧ-инфекции увеличивает его размер по сравнению с ВИЧ-отрицательными людьми, что вызывает усиление нейрокогнитивной дисфункции [74], это сопряжено также с активацией глюкокортикоида кортизола, что еще больше усугубляет реакцию на соматический стресс у ЛЖВС [75]. Важно подчеркнуть, что существует взаимодействие в диаде «ВИЧ-инфекция / социальные невзгоды» в отношении размера МТ, так как и то и другое приводит к деформации этого участка ГМ [76], при этом нарушения памяти и обучения присутствовали независимо от времени воздействия стресса, то есть ЛЖВС подвержены многократному воздействию и биологическим последствиям стресса, которые повышают риск дисфункции МТ.

Тесно связана с МТ и префронтальная кора ГМ (ПФК – отдел коры больших полушарий ГМ, представляющий собой переднюю часть его лобных долей), различающаяся в развитии у мужчин и женщин и модифицирующаяся под воздействием стрессоров [67], которая играет важную роль в модуляции возбудимости МТ в ответ на стресс и секс, что, в свою очередь, может усиливать влияние на ПФК, способствуя ее дисфункции. Независимое влияние на ПФК также оказывает ВИЧ-инфекция, вызывая, в частности, возбуждающее действие на пирамидные нейроны ПФК [77]; например, белки Tat и Rev, стимулируя транскрипцию провирусной ДНК и транспорт РНК ВИЧ из ядра в цитоплазму, потенциально способствуют вы-

сокому уровню ВИЧ-ассоциированных нейрокогнитивных расстройств (ВАНР) у ЛЖВ [78]. Старение еще больше усугубляет влияние ВИЧ-инфекции на ПФК [79], поскольку оно связано со снижением активности нейронов ПФК, усугубляемой ВИЧ-инфекцией, которая характеризуется начальной сверхактивацией с последующей потерей возбуждения.

Отмечены характерные изменения у ЛЖВ: атрофия скорлупы (путамена – базального ядра ГМ, находится в основании переднего мозга; основными функциями скорлупы являются регулирование движения и влияние на различные виды обучения), атрофия коры (даже при неопределяемой вирусной нагрузке ВИЧ), а также изменения функциональности и физиологии нейронов ГМ [80], при этом указанные изменения усиливаются по мере увеличения продолжительности жизни ЛЖВ.

Известно, что гиппокамп в ответ на воздействие стрессора претерпевает глубокие изменения в разветвлении дендритов, нейрогенезе, экспрессии генов [81], что сопровождается уменьшением его объема и изменениями в функциональных связях [82]. Кроме того, чувствительность гиппокампа к половым различиям в устойчивых эффектах стресса, связанного с развитием, и к острым эффектам стресса у взрослых [83, 84] создает каскадное влияние, которое определяет как текущие, так и перспективные реакции на стресс, вероятно, через эпигенетические механизмы и конвергентное воздействие половых стероидов. При этом белки ВИЧ, вырабатываемые в астроцитах гиппокампа, могут оказывать действие на его функцию и способствовать нейрокогнитивным нарушениям [85]. Таким образом, ЛЖВ подвержены риску дисфункции МТ, ПФК, гиппокампа из-за многогранных влияний и восприимчивости этих структур к стрессу и нейровоспалению, что является ключевым фактором развития ВАНР и связанных с ним расстройств.

Перспективы изучения и терапии ВИЧ-инфекции как стресс-фактора. Как ВИЧ-инфекция, так и стресс оказывают синергичное негативное воздействие на когнитивные функции ЛЖВ, что является результатом как соматических (физических) механизмов, которые изменяются в динамике ВИЧ-инфекции и стресса, включая изменения в иммунной и нервной системе (нейровоспаление), так и функциональных механизмов,

которые находят свое отражение в психологической сфере. Понимание и внимание к влиянию психологического стрессового бремени и к взаимодействию с собственно прямым воздействием ВИЧ на организм человека будут иметь важное значение для адекватной интервенции мероприятий по профилактике и лечению нейропсихиатрических проявлений у ЛЖВ, так как чрезмерная представленность депрессии и других расстройств, связанных со стрессом, в данной когорте людей увеличивает риск несоблюдения обязательных требований диспансерно-динамических мероприятий (включая прием АРТ), что влияет и на выраженность и вероятность прогрессирования ВАНР. Важной иллюстрацией необходимости взвешенного персонализированного подхода к назначению АРВП для профилактики инфицирования либо лечения ВИЧ-инфекции (АРТ является выбор метода введения препаратов длительного действия (ДД) с учетом особенностей, включая психологических, присущих человеку или отдельной группе, объединенных определенными объективными факторами. В каждом конкретном случае предпочтительным является либо решение врача, основанное на клинических показаниях, либо совместное принятие решения с учетом субъективных предпочтений и мнения в группах пациентов (рис. 2; табл. 3).

Заключение. На сегодняшний день проблемы ВИЧ-инфекции и связанных с этим методов лечения ЛЖВ в контексте стресса разработаны недостаточно. Лучшее понимание морфологических, функциональных, гендерных, медико-психологических, клинических и др. особенностей ЛЖВ, которые могут влиять на развитие стресса, его тяжесть, продолжительность, обратимость, позволит разрабатывать эффективные стратегии и подходы к его предотвращению, психологической и медикаментозной коррекции, лечению и реабилитации на индивидуальной основе [86], могут повысить продолжительность и качество жизни людей. Область перспективных исследований охватывает вопросы изучения митохондриальных влияний и последствий стресса на энергетическую доступность на синаптическом уровне [84, 87, 88], углубление понимания молекулярных и эпигенетических механизмов, которые опосредуют дивергентные эффекты половых стероидов [89, 90], модуляцию функции нервных

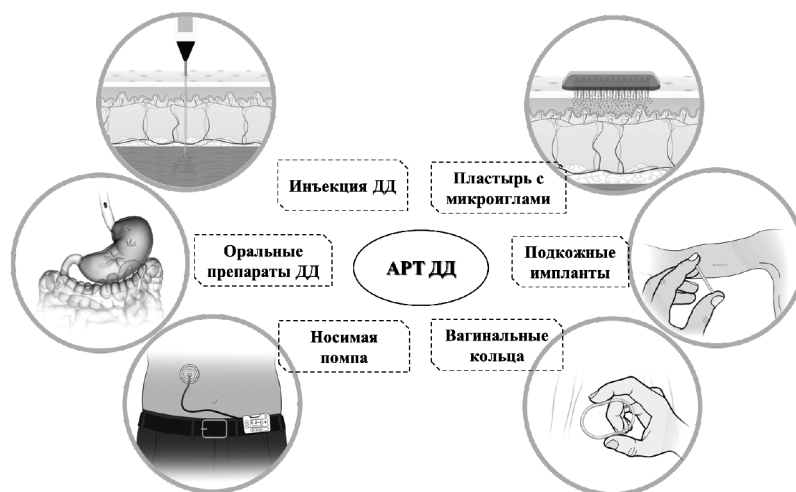


Рис. 2. Способы доставки АРВП длительного действия (адаптировано В.В. Рассохиным из: Scarsi K, International Workshop on HIV & Women 2019)
Fig. 2. Methods of delivery of long-acting ARVP (Adapted by V.V. Rassokhin from: Scarsi K, International Workshop on HIV & Women 2019)

Таблица 3

Кто из ЛЖВ является идеальным получателем терапии/профилактики ВИЧ-инфекции длительного действия?

Table 3

Which of the PLHIV is the ideal recipient of long-acting HIV therapy/prevention?

Принятие решения	Объективные причины, группы пациентов
Социальные и клинические показания – определяются решением лечащего врача	Стигма у ЛЖВ Проблемы детского и подросткового возраста Люди, переживающие бездомность, мигранты Расстройства, связанные с употреблением ПАВ Когнитивные нарушения АРТ и другие виды терапии под непосредственным наблюдением лечащего врача
Субъективные предпочтения – мнение в группах пациентов	МСМ в отношениях предпочитают как видимые, так и невидимые методы МСМ, не состоящие в отношениях, предпочитают невидимые методы Молодые женщины: предпочтения в отношении имплантатов, инъекций, оральных колец Женщины в целом: экономические, финансовые, расовые и этнические особенности (в отношении ОКДД)

Примечание: ЛЖВ – люди, живущие с ВИЧ-инфекцией / СПИДом; ПАВ – психоактивные вещества; МСМ – мужчины, практикующие секс с мужчинами; ОКДД – обратимая контрацепция длительного действия
Note: ЛЖВ – people living with HIV/AIDS; ПАВ – psychoactive substances; МСМ – men who practice sex with men; ОКДД – long-acting reversible contraception

цепей [91] и растущее признание модифицирующего воздействия различных экспозиций на половые различия в раннем возрасте на стресс-реакции взрослых [92–94].

Сведения об авторах:

Улюкин Игорь Михайлович — кандидат медицинских наук, научный сотрудник федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; e-mail: igor_ulyukin@mail.ru; ORCID 0000-0001-8911-4458; SPIN 7606-1700;

Рассохин Вадим Владимирович — доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры социально значимых инфекций и фтизиопульмонологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197022, г. Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6–8; заведующий лабораторией хронических вирусных инфекций отдела экологической физиологии федерального государственного бюджетного научного учреждения «Институт экспериментальной медицины»; ведущий научный сотрудник федерального государственного бюджетного учреждения науки «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии имени Пастера» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; e-mail: ras-doc@mail.ru; ORCID 0000-0002-1159-0101; SPIN 419-014;

Орлова Елена Станиславовна — кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; e-mail: oes17@yandex.ru; SPIN 9424-9235;

Сечин Алексей Александрович — начальник научно-исследовательской лаборатории федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; e-mail: sechinal-ex@rambler.ru; ORCID 0000-0001-6832-6988; SPIN 5002-8222.

Information about the authors:

Igor M. Ulyukin — Cand. of Sci. (Med.), researcher at the Federal State Budgetary Military Educational Institution of Higher Education Military Medical Academy named after S.M. Kirov of the Ministry of Defense of the Russian Federation; 194044, Saint Petersburg, Akademik Lebedev str., 6; e-mail: igor_ulyukin@mail.ru; ORCID 0000-0001-8911-4458; SPIN 7606-1700

Vadim V. Rassokhin — Dr. of Sci. (Med.), Associate Professor, Professor of the Department of Socially Significant Infections and Phthisiopulmonology of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Pavlov University of the Ministry of Health of the Russian Federation; 197022, Saint Petersburg, Lev Tolstoy str., 6–8; Head of the Laboratory of Chronic Viral infections of the Department of Ecological Physiology of the Federal State Budgetary Scientific Institution Institute of Experimental Medicine; leading researcher of the Federal Budgetary Institution of Science St. Petersburg Scientific Research Institute of Epidemiology and Microbiology named after Pasteur of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Well-Being; e-mail: ras-doc@mail.ru; ORCID 0000-0002-1159-0101; SPIN 419-014;

Elena S. Orlova — Cand. of Sci. (Med.), Senior Researcher at the Federal State Budgetary Military Educational Institution of Higher Education Military Medical Academy named after S.M. Kirov of the Ministry of Defense of the Russian Federation; 194044, Saint Petersburg, Akademik Lebedev str., 6; e-mail: oes17@yandex.ru; SPIN 9424-9235;

Aleksey A. Sechin — Head of the research laboratory of the Federal State Budgetary Military Educational Institution of Higher Education Military Medical Academy named after S.M. Kirov of the Ministry of Defense of the Russian Federation; 194044, Saint Petersburg, Akademik Lebedev str., 6; e-mail: sechinal-ex@rambler.ru; ORCID 0000-0001-6832-6988; SPIN 5002-8222.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Наибольший вклад распределен следующим образом. Вклад в концепцию и план исследования – *И.М. Улюкин, В.В. Рассохин*. Вклад в сбор данных, статистическая обработка полученного материала – *И.М. Улюкин, В.В. Рассохин, Е.С. Орлова, А.А. Сечин*; подготовка рукописи – *И.М. Улюкин, В.В. Рассохин*

Author contributions. All authors according to the ICMJE criteria participated in the development of the concept of the article, obtaining and analyzing factual data, writing and editing the text of the article, checking and approving the text of the article.

Special contribution. IMU, VVR contribution to the concept and plan of the study. IMU, VVR, ESO, AAS contribution to data collection, contribution to data analysis and conclusions. IMU, VVR contribution to the preparation of the manuscript.

Потенциальный конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Disclosure. The authors declare that they have no competing interests.

Поступила/Received: 10.04.2023

Принята к печати/Accepted: 02.05.2023

Опубликована/Published: 30.06.2023

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Вознесенский С.Л., Кожевникова Г.М., Ермак Т.М., Самотолкина Е.С., Климова П.В., Абрамова Е.В. Иммунологические и вирусологические особенности сочетанных вторичных заболеваний у больных с иммунодефицитом, обусловленным ВИЧ // *ВИЧ-инфекция и иммуносупрессии*. 2022. Т. 14, № 3. С. 51–58 [Voznesenskiy S.L., Kozhevnikova G.M., Ermak T.M., Samotolkina E.S., Klimkova P.V., Abramova E.V. Immunological and virological features of combined secondary diseases in patients with hiv-based immunodeficiency. *HIV infection and immunosuppressive disorders*, 2022, Vol. 14, N. 3, pp. 51–58. doi: 10.22328/2077-9828-2022-14-3-51-58. (In Russ.)].

2. Шахгильдян В.И., Ядрихинская М.С., Сафонова А.П., Домонова Э.А., Шипулина О.Ю., Альварес-Фигероа М.В., Долгова Е.А., Тишкевич О.А. Структура вторичных заболеваний и современные подходы к их лабораторной диагностике у больных ВИЧ-инфекцией // *Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы*. 2015. № 1. С. 24–30 [Shahgil'dyan V.I., Yadrihinskaya M.S., Safonova A.P., Domonova E.A., Shipulina O.Yu., Alvares-Figeroa M.V., Dolgova E.A., Tishkevich O.A. The structure of secondary diseases and modern approaches to their laboratory diagnosis in patients with HIV infection. *Epidemiology and infectious diseases. Current issues*, 2015, Vol. 1, pp. 24–30 (In Russ.)].
3. Medina N., Alastruey-Izquierdo A., Mercado D., Bonilla O., Perez JC., Aguirre L., Samayoa B., Arathoon E., Denning D.W., Rodriguez-Tudela J.L., Fungired. Comparative performance of the laboratory assays used by a Diagnostic Laboratory Hub for opportunistic infections in people living with HIV. *AIDS*, 2020, Vol. 34, N. 11, pp. 1625–1632. doi: 10.1097/QAD.0000000000002631.
4. Solomon F.B., Angore B.N., Koyra H.C., Tufa E.G., Berheto T.M., Admasu M. Spectrum of opportunistic infections and associated factors among people living with HIV/AIDS in the era of highly active anti-retroviral treatment in Dawro Zone hospital: a retrospective study. *BMC res notes*. 2018, 2020, Vol. 11, N. 1, pp. 604. doi: 10.1186/s13104-018-3707-9.
5. Jang H.J., Satre D.D., Leyden W., Leibowitz A., Silverberg M.J. Mental and Physical Quality of Life by Age Groups in People Living With HIV. *J. Assoc. Nurses AIDS Care*, 2019, Vol. 30, N. 5, pp. 500–510. doi: 10.1097/JNC.0000000000000064.
6. Romani B., Allahbakhshi E. Underlying mechanisms of HIV-1 latency. *Virus Genes*, 2017, Vol. 53, N. 3, pp. 329–339. doi: 10.1007/s11262-017-1443-1.
7. Yukl S.A., Kaiser P., Kim P., Telwatte S., Joshi S.K., Vu M., Lampiris H., Wong J.K. HIV latency in isolated patient CD4+T cells may be due to blocks in HIV transcriptional elongation, completion, and splicing. *Sci. Transl. Med.*, 2018, Vol. 10, N. 430, eaap 9927. doi: 10.1126/scitranslmed.aap9927.
8. Churchill M.J., Deeks S.G., Margolis D.M., Siliciano R.F., Swanstrom R. HIV reservoirs: what, where and how to target them. *Nat. Rev. Microbiol.*, 2016, Vol. 14, N. 1, pp. 55–60. doi: 10.1038/nrmicro.2015.5.
9. Wallet C., De Rovere M., Van Assche J., Daouad F., De Wit S., Gautier V., Mallon P.W.G., Marcello A., Van Lint C., Rohr O., Schwartz C. Microglial Cells: The Main HIV-1 Reservoir in the Brain. *Front. Cell Infect. Microbiol.*, 2019, N. 9, P. 362. doi: 10.3389/fcimb.2019.00362.
10. Heffern E.F., Ramani R., Marshall G., Kyei G.B. Identification of isoform-selective hydroxamic acid derivatives that potently reactivate HIV from latency. *J. Virus Erad.*, 2019, Vol. 5, N. 2, pp. 84–91. PMID: 31191911.
11. Stoszko M., Ne E., Abner E., Mahmoudi T. A broad drug arsenal to attack a strenuous latent HIV reservoir. *Curr. Opin. Virol.*, 2019, N. 38, pp. 37–53. doi: 10.1016/j.coviro.2019.06.001.
12. Grant P.M., Kitch D., McComsey G.A., Collier A.C., Bartali B., Koletar S.L., Erlandson K.M., Lake J.E., Yin M.T., Melbourne K., Ha B., Brown T.T. Long-term body composition changes in antiretroviral-treated HIV-infected individuals. *AIDS*, 2016, Vol. 30, N. 18, pp. 2805–2813. doi: 10.1097/QAD.0000000000001248.
13. Kazooba P., Kasamba I., Mayanja B.N., Lutaakome J., Namakoola I., Salome T., Kaleebu P., Munderi P. Cardiometabolic risk among HIV-POSITIVE Ugandan adults: prevalence, predictors and effect of long-term antiretroviral therapy. *Pan. Afr. Med. J.*, 2017, N. 27, P. 40. doi: 10.11604/pamj.2017.27.40.9840.
14. Liu P., Liao L., Xu W., Yan J., Zuo Z., Leng X., Wang J., Kan W., You Y., Xing H., Ruan Y., Shao Y. Adherence, virological outcome, and drug resistance in Chinese HIV patients receiving first-line antiretroviral therapy from 2011 to 2015. *Medicine (Baltimore)*, 2018, Vol. 97, N. 50, e13555. doi: 10.1097/MD.00000000000013555.
15. Byrd K.K., Hou J.G., Hazen R., Kirkham H., Suzuki S., Clay P.G., Bush T., Camp N.M., Weidle P.J., Delpino A., Patient-Centered HIV Care Model Team. Antiretroviral Adherence Level Necessary for HIV Viral Suppression Using Real-World Data. *J. Acquir. Immune Defic. Syndr.*, 2019, Vol. 82, N. 3, pp. 245–251. doi: 10.1097/QAI.0000000000002142.
16. Wang L., Haider S., Nedrow K., Chambers R., Tawadrous M., Baser O., Simpson K.N. HIV economic burden of illness in the Veterans Health Administration population. *AIDS Care*, 2015, Vol. 27, N. 1, pp. 123–131. doi: 10.1080/09540121.2014.947237.
17. Schouten J., Su T., Wit F.W., Kootstra N.A., Caan M.W., Geurtsen G.J., Schmand B.A., Stolte I.G., Prins M., Majoie C.B., Portegies P., Reiss P., AGEHIV Study Group. Determinants of reduced cognitive performance in HIV-1-infected middle-aged men on combination antiretroviral therapy. *AIDS*, 2016, Vol. 30, N. 7, pp. 1027–1038. doi: 10.1097/QAD.0000000000001017.
18. Vance D.E., Rubin L.H., Valcour V., Waldrop-Valverde D., Maki P.M. Aging and Neurocognitive Functioning in HIV-Infected Women: a Review of the Literature Involving the Women's Interagency HIV Study. *Curr. HIV/AIDS Rep.*, 2016, Vol. 13, N. 6, pp. 399–411. doi: 10.1007/s11904-016-0340-x.
19. Watson C.W., Sundermann E.E., Hussain M.A., Umlauf A., Thames A.D., Moore R.C., Letendre S.L., Jeste D.V., Morgan E.E., Moore D.J. Effects of trauma, economic hardship, and stress on neurocognition and everyday function in HIV. *Health Psychol.*, 2019, Vol. 38, N. 1, pp. 33–42. doi: 10.1037/hea0000688.
20. Neigh G.N., Rhodes S.T., Valdez A., Jovanovic T. PTSD co-morbid with HIV: Separate but equal, or two parts of a whole? *Neurobiol. Dis.*, 2016, N. 92 (Pt. B), pp. 116–123. doi: 10.1016/j.nbd.2015.11.012.
21. Bale T.L., Epperson C.N. Sex differences and stress across the lifespan. *Nat. Neurosci.*, 2015, Vol. 18, N. 10, pp. 1413–1420. doi: 10.1038/nn.4112.
22. Smail R.C., Brew B.J. HIV-associated neurocognitive disorder. *Handb. Clin. Neurol.*, 2018, N. 152, pp. 75–97. doi: 10.1016/B978-0-444-63849-6.00007-4.

23. Yuan N.Y., Kaul M. Beneficial and Adverse Effects of cART Affect Neurocognitive Function in HIV-1 Infection: Balancing Viral Suppression against Neuronal Stress and Injury. *J. Neuroimmune. Pharmacol.*, 2021, Vol. 16, N. 1, pp. 90–112. doi: 10.1007/s11481-019-09868-9.
24. Albott C.S., Forbes M.K., Anker J.J. Association of Childhood Adversity With Differential Susceptibility of Transdiagnostic Psychopathology to Environmental Stress in Adulthood. *JAMA Netw. Open*, 2018, Vol. 1, N. 7, e185354.
25. Koenen K.C., Moffitt T.E., Poulton R., Martin J., Caspi A. Early childhood factors associated with the development of post-traumatic stress disorder: results from a longitudinal birth cohort. *Psychol. Med.*, 2007, Vol. 37, N. 2, pp. 181–192. doi: 10.1017/S0033291706009019.
26. Rubin D.C., Boals A., Berntsen D. Memory in Posttraumatic Stress Disorder: Properties of voluntary and involuntary, traumatic and non-traumatic autobiographical memories in people with and without PTSD symptoms, *J. Exp. Psychol. Gen.*, 2008, Vol. 137, N. 4, pp. 591–614. doi: 10.1037/a0013165.
27. DiGangi J.A., Gomez D., Mendoza L., Jason L.A., Keys C.B., Koenen K.C. Pretrauma risk factors for posttraumatic stress disorder: a systematic review of the literature, *Clin. Psychol. Rev.*, 2013, Vol. 33, N. 6, pp. 728–744. doi: 10.1016/j.cpr.2013.05.002.
28. Babenko O., Kovalchuk I., Metz G.A.S. Stress-induced perinatal and transgenerational epigenetic programming of brain development and mental health, *Neurosci. Biobehav. Rev.*, 2015, N. 48, pp. 70–91. doi: 10.1016/j.neubiorev.2014.11.013.
29. Rappaport L.M., Moskowitz D.S., D'Antono B. Naturalistic interpersonal behavior patterns differentiate depression and anxiety symptoms in the community, *J. Couns. Psychol.*, 2014, Vol. 61, N. 2, pp. 253–263. doi: 10.1037/a0035625.
30. Ding Y., Dai J. Advance in Stress for Depressive Disorder. *Adv. Exp. Med. Biol.*, 2019, N. 1180, pp. 147–178. doi: 10.1007/978-981-32-9271-0_8.
31. Mukhara D., Banks M.L., Neigh G.N. Stress as a Risk Factor for Substance Use Disorders: A Mini-Review of Molecular Mediators. *Front. Behav. Neurosci.*, 2018, N. 12, pp. 309. doi: 10.3389/fnbeh.2018.00309.
32. North C.S., Suris A.M., Davis M., Smith R.P. Toward Validation of the Diagnosis of Posttraumatic Stress Disorder. *Am. J. Psychiatry.*, 2009, Vol. 166, N. 1, pp. 34–41. doi: 10.1176/appi.ajp.2008.08050644.
33. Zhao G., Li X., Zhao J., Zhang L., Stanton B. Relative importance of various measures of HIV-related stigma in predicting psychological outcomes among children affected by HIV. *Community Ment. Health J.*, 2012, Vol. 48, N. 3, pp. 275–283. doi: 10.1007/s10597-011-9424-7.
34. Улюкин И.М., Буланьков Ю.И., Болехан В.Н. Клиника, диагностика и лечение нейроСПИДа // *Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях*. 2013. № 2. С. 36–42 [Ulyukin I.M., Bulankov Yu.I., Bolekhan V.N. Clinics, diagnostics and treatment of neuroAIDS. *Medico-biological and socio-psychological problems of safety in emergency situation*, 2013, N 2, pp. 36–42 (In Russ.)].
35. Brewer R., Hood K.B., Hotton A., Moore M., Spieldenner A., Daunis C., Mukherjee S., Sprague L., Schneider J.A., Smith-Davis M., Brown G., Bowen B. Associations Between Experienced HIV Stigma, Resulting Consequences, and the HIV Care Continuum: Moderating Effects of Two Resilience Characteristics Among Persons Living with HIV (PLWH) in Louisiana. *J. Racial Ethn. Health Disparities*, 2022, Vol. 9, N. 1, pp. 9–22. doi: 10.1007/s40615-020-00925-1.
36. Kilpatrick D.G., Ruggiero K.J., Acierno R., Saunders B.E., Resnick H.S., Best C.L. Violence and risk of PTSD, major depression, substance abuse/dependence, and comorbidity: results from the National Survey of Adolescents. *J. Consult. Clin. Psychol.*, 2003, Vol. 71, N. 4, pp. 692–700. doi: 10.1037/0022-006x.71.4.692.
37. Simmons S., Suárez L. Substance Abuse and Trauma. *Child Adolesc. Psychiatr. Clin. N. Am.*, 2016, Vol. 25, N. 4, pp. 723–734. doi: 10.1016/j.chc.2016.05.006.
38. Dube S.R., Felitti V.J., Dong M., Chapman D.P., Giles W.H., Anda R.F. Childhood abuse, neglect, and household dysfunction and the risk of illicit drug use: the adverse childhood experiences study. *Pediatrics.*, 2003, Vol. 111, N. 3, pp. 564–572. doi: 10.1542/peds.111.3.564.
39. May A.C., Aupperle R.L., Stewart J.L. Dark Times: The Role of Negative Reinforcement in Methamphetamine Addiction. *Front. Psychiatry*, 2020, N. 11, P. 114. doi: 10.3389/fpsy.2020.00114.
40. Del Rio C. HIV Infection in Hard-to-Reach Populations. *Top Antivir. Med.*, 2016, Vol. 24, N. 2, pp. 86–89. PMID: 27841977.
41. Hess K.L., Hu X., Lansky A., Mermin J., Hall H.I. Lifetime risk of a diagnosis of HIV infection in the United States. *Ann. Epidemiol.*, 2017, Vol. 27, N. 4, pp. 238–243. doi: 10.1016/j.annepidem.2017.02.003.
42. Addo M.M., Altfeld M. Sex-based differences in HIV type 1 pathogenesis. *J. Infect. Dis.*, 2014, N. 209, Suppl. 3, pp. 86–92. doi: 10.1093/infdis/jiu175.
43. Gayles T.A., Kuhns L.M., Kwon S., Mustanski B., Garofalo R. Socioeconomic Disconnection as a Risk Factor for Increased HIV Infection in Young Men Who Have Sex with Men. *LGBT Health.*, 2016, Vol. 3, N. 3, pp. 219–224. doi: 10.1089/lgbt.2015.0102.
44. Dyer T.P., Regan R., Pacek L.R., Acheampong A., Khan M.R. Psychosocial vulnerability and HIV-related sexual risk among men who have sex with men and women in the United States. *Arch. Sex Behav.*, 2015, Vol. 44, N. 2, pp. 429–441. doi: 10.1007/s10508-014-0346-7.
45. Han C.-S., Ayala G., Paul J.P., Boylan R., Gregorich S.E., Choi K.H. Stress and coping with racism and their role in sexual risk for HIV among African American, Asian/Pacific Islander, and Latino men who have sex with men. *Arch. Sex Behav.*, 2015, Vol. 44, N. 2, pp. 411–420. doi: 10.1007/s10508-014-0331-1.
46. Starks T.J., Tuck A.N., Millar B.M., Parsons J.T. Linking Syndemic Stress and Behavioral Indicators of Main Partner HIV Transmission Risk in Gay Male Couples. *AIDS Behav.* 2016, Vol. 20, N. 2, pp. 439–448. doi: 10.1007/s10461-015-1248-y.

47. Brown J.L., Venable P.A., Bostwick R.A., Carey M.P. A Pilot Intervention Trial to Promote Sexual Health and Stress Management Among HIV-Infected Men Who Have Sex with Men. *AIDS Behav.*, 2019, Vol. 23, N. 1, pp. 48–59. doi: 10.1007/s10461-018-2234-y.
48. Dragoş D., Tanasescu M.D. The effect of stress on the defense systems. *J. Med. Life*, 2010, Vol. 3, N. 1, pp. 10–18. PMID: 20302192
49. Joëls M., Karst H., Sarabdjitsingh R.A. The stressed brain of humans and rodents. *Acta Physiol. (Oxf)*, 2018, Vol. 223, N. 2, e13066. doi: 10.1111/apha.13066.
50. Hunt P.W., Sinclair E., Rodriguez B., Shive C., Clagett B., Funderburg N., Robinson J., Huang Y., Epling L., Martin J.N., Deeks S.G., Meinert C.L., Van Natta M.L., Jabs D.A., Lederman M.M. Gut epithelial barrier dysfunction and innate immune activation predict mortality in treated HIV infection. *J. Infect. Dis.*, 2014, Vol. 210, N. 8, pp. 1228–1238. doi: 10.1093/infdis/jiu238.
51. Erlandson K.M., Campbell T.B. Inflammation in Chronic HIV Infection: What Can We Do? *J. Infect. Dis.*, 2015, Vol. 212, N. 3, pp. 339–342. doi: 10.1093/infdis/jiv007.
52. Fukui S.M., Piggott D.A., Erlandson K.M. Inflammation Strikes Again: Frailty and HIV. *Curr. HIV/AIDS Rep.*, 2018, Vol. 15, N. 1, pp. 20–29. doi: 10.1007/s11904-018-0372-5.
53. Sherr L., Nagra N., Kulubya G., Catalan J., Clucas C., Harding R. HIV infection associated post-traumatic stress disorder and post-traumatic growth – a systematic review. *Psychol. Health Med.*, 2011, Vol. 16, N. 5, pp. 612–629. doi: 10.1080/13548506.2011.579991.
54. Tang C., Goldsamt L., Meng J., Xiao X., Zhang L., Williams A.B., Wang H. Global estimate of the prevalence of post-traumatic stress disorder among adults living with HIV: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open.*, 2020, Vol. 10, N. 4, e032435. doi: 10.1136/bmjopen-2019-032435.
55. Langebeek N., Kooij K.W., Wit F.W., Stolte I.G., Sprangers M.A.G., Reiss P., Nieuwkerk P.T., AGEHIV Cohort Study Group. Impact of comorbidity and ageing on health-related quality of life in HIV-positive and HIV-negative individuals. *AIDS*, 2017, Vol. 31, N. 10, pp. 1471–1481. doi: 10.1097/QAD.0000000000001511.
56. Eshun-Wilson I., Siegfried N., Akena D.H., Stein D.J., Obuku E.A., Joska J.A. Antidepressants for depression in adults with HIV infection. *Cochrane Database Syst. Rev.*, 2018, Vol. 1, N. 1, CD008525. doi: 10.1002/14651858.CD008525.pub3.
57. Улюкин И.М. Маскированные депрессии у женщин с ВИЧ-инфекцией // *ВИЧ-инфекция и иммуносупрессии*. 2017. Т. 9, № 3. С. 16–27 [Uliukin I.M. Latent depression in HIV affected women. *HIV Infection and Immunosuppressive disorders*, 2017, Vol. 9, N. 3, pp. 16–27. doi: 10.22328/2077-9828-2017-9-3-16-27 (In Russ.)].
58. Gibbs A., Govender K., Jewkes R. An exploratory analysis of factors associated with depression in a vulnerable group of young people living in informal settlements in South Africa. *Glob. Public Health*, 2018, Vol. 13, N. 7, pp. 788–803. doi: 10.1080/17441692.2016.1214281.
59. Ziegler S., Altfeld M. Sex differences in HIV-1-mediated immunopathology. *Curr. Opin. HIV AIDS*, 2016, Vol. 11, N. 2, pp. 209–215. doi: 10.1097/COH.0000000000000237.
60. Spies G., Ahmed-Leitao F., Fennema-Notestine C., Cherner M., Seedat S. Effects of HIV and childhood trauma on brain morphometry and neurocognitive function. *J. Neurovirol.*, 2016, Vol. 22, N. 2, pp. 149–158. doi: 10.1007/s13365-015-0379-2.
61. Scully E.P. Sex Differences in HIV Infection. *Curr. HIV/AIDS Rep.*, 2018, Vol. 15, N. 2, pp. 136–146. doi: 10.1007/s11904-018-0383-2.
62. Hantsoo L., Kornfield S., Iannelli C., Podcasy J., Metzger D., Sammel M.D., Epperson C.N. Glucocorticoid-immune response to acute stress in women and men living with HIV. *J. Behav. Med.*, 2019, Vol. 42, N. 6, pp. 1153–1158. doi: 10.1007/s10865-019-00029-0.
63. Hodes G.E., Epperson C.N. Sex Differences in Vulnerability and Resilience to Stress Across the Life Span. *Biol. Psychiatry.*, 2019, Vol. 86, N. 6, pp. 421–432. doi: 10.1016/j.biopsych.2019.04.028.
64. Labonte B., Engmann O., Purushothaman I., Menard C., Wang J., Tan C., Scarpa J.R., Moy G., Loh Y.E., Cahill M., Lorsch Z.S., Hamilton P.J., Calipari E.S., Hodes G.E., Issler O., Kronman H., Pfau M., Obradovic A.L.J., Dong Y., Neve R.L., Russo S., Kazarskis A., Tamminga C., Mechawar N., Turecki G., Zhang B., Shen L., Nestler E.J. Sex-specific transcriptional signatures in human depression. *Nat. Med.*, 2017, Vol. 23, N. 9, pp. 1102–1111. doi: 10.1038/nm.4386.
65. McCarthy M.M., Nugent B.M., Lenz K.M. Neuroimmunology and neuroepigenetics in the establishment of sex differences in the brain. *Nat. Rev. Neurosci.*, 2017, Vol. 18, N. 8, pp. 471–484. doi: 10.1038/nrn.2017.61.
66. McCarthy M.M., Pickett L.A., VanRyzin J.W., Kight K.E. Surprising origins of sex differences in the brain. *Horm. Behav.*, 2015, N. 76, pp. 3–10. doi: 10.1016/j.yhbeh.2015.04.013.
67. Shaw G.A., Dupree J.L., Neigh G.N. Adolescent maturation of the prefrontal cortex: Role of stress and sex in shaping adult risk for compromise. *Genes Brain Behav.*, 2020, Vol. 19, N. 3, e12626. doi: 10.1111/gbb.12626.
68. McEwen B.S., Nasca C., Gray J.D. Stress Effects on Neuronal Structure: Hippocampus, Amygdala, and Prefrontal Cortex. *Neuropsychopharmacology*, 2016, Vol. 41, N. 1, pp. 3–23. doi: 10.1038/npp.2015.171.
69. Walker S.E., Wood T.C., Cash D., Mesquita M., Williams S.C.R., Sandi C. Alterations in brain microstructure in rats that develop abnormal aggression following peripubertal stress. *Eur. J. Neurosci.*, 2018, Vol. 48, N. 2, pp. 1818–1832. doi: 10.1111/ejn.14061.
70. Orem T.R., Wheelock M.D., Goodman A.M., Harnett N.G., Wood K.H., Gossett E.W., Granger D.A., Mrug S., Knight D.C. Amygdala and prefrontal cortex activity varies with individual differences in the emotional response to psychosocial stress. *Behav. Neurosci.*, 2019, Vol. 133, N. 2, pp. 203–211. doi: 10.1037/bne0000305.
71. Fish A.M., Nadig A., Seidlitz J., Reardon P.K., Mankiw C., McDermott C.L., Blumenthal J.D., Clasen L.S., Lalonde F., Lerch J.P., Chakravarty M.M., Shinohara R.T., Raznahan A. Sex-biased trajectories of amygdalo-hippocampal morphology change over human development. *Neuroimage*, 2020, N. 204, P. 116122. doi: 10.1016/j.neuroimage.2019.116122.

72. Helpman L., Zhu X., Suarez-Jimenez B., Lazarov A., Monk C., Neria Y. Sex Differences in Trauma-Related Psychopathology: a Critical Review of Neuroimaging Literature (2014–2017). *Curr. Psychiatry Rep.*, 2017, Vol. 19, N. 12, P. 104. doi: 10.1007/s11920-017-0854-y.
73. Zhang X., Ge T.T., Yin G., Cui R., Zhao G., Yang W. Stress-Induced Functional Alterations in Amygdala: Implications for Neuropsychiatric Diseases. *Front. Neurosci.*, 2018, N. 12, P. 367. doi: 10.3389/fnins.2018.00367.
74. Clark U.S., Cohen R.A., Sweet L.H., Gongvatana A., Devlin K.N., Hana G.N., Westbrook M.L., Mulligan R.C., Jerskey B.A., White T.L., Navia B., Tashima K.T. Effects of HIV and early life stress on amygdala morphometry and neurocognitive function. *J. Int. Neuropsychol. Soc.*, 2012, Vol. 18, N. 4, pp. 657–668. doi: 10.1017/S1355617712000434.
75. Yang L., Dun W., Li K., Yang J., Wang K., Liu H., Liu J., Zhang M. Altered amygdalar volume and functional connectivity in primary dysmenorrhoea during the menstrual cycle. *Eur. J. Pain.*, 2019, Vol. 23, N. 5, pp. 994–1005. doi: 10.1002/ejp.1368.
76. Thames A.D., Kuhn T.P., Mahmood Z., Bilder R.M., Williamson T.J., Singer E.J., Arentoft A. Effects of social adversity and HIV on subcortical shape and neurocognitive function. *Brain Imaging Behav.*, 2018, Vol. 12, N. 1, pp. 96–108. doi: 10.1007/s11682-017-9676-0.
77. Cirino T.J., Harden S.W., McLaughlin J.P., Frazier C.J. Region-specific effects of HIV-1 Tat on intrinsic electrophysiological properties of pyramidal neurons in mouse prefrontal cortex and hippocampus. *J. Neurophysiol.*, 2020, Vol. 123, N. 4, pp. 1332–1341. doi: 10.1152/jn.00029.2020.
78. Marino J., Maubert M.E., Mele A.R., Spector C., Wigdahl B., Nonnemacher M.R. Functional impact of HIV-1 Tat on cells of the CNS and its role in HAND. *Cell Mol. Life Sci.*, 2020, Vol. 77, N. 24, pp. 5079–5099. doi: 10.1007/s00018-020-03561-4.
79. Chen L., Khodr C.E., Al-Harathi L., Hu X.-T. Aging and HIV-1 alter the function of specific K⁺ channels in prefrontal cortex pyramidal neurons. *Neurosci. Lett.*, 2019, N. 708, P. 134341. doi: 10.1016/j.neulet.2019.134341.
80. Sacktor N. Changing Clinical Phenotypes of HIV-Associated Neurocognitive Disorders. *J. Neurovirol.*, 2018, Vol. 24, N. 2, pp. 141–145. doi: 10.1007/s13365-017-0556-6.
81. Dioli C., Patricio P., Sousa N., Kokras N., Dalla C., Guerreiro S., Santos-Silva M.A., Rego A.C., Pinto L., Ferreira E., Sotiropoulos I. Chronic stress triggers divergent dendritic alterations in immature neurons of the adult hippocampus, depending on their ultimate terminal fields. *Transl. Psychiatry*, 2019, Vol. 9, N. 1, P. 143. doi: 10.1038/s41398-019-0477-7.
82. Ge R., Torres I., Brown J.J., Gregory E., McLellan E., Downar J.H., Blumberger D.M., Daskalakis Z.J., Lam R.W., Vila-Rodriguez F. Functional disconnectivity of the hippocampal network and neural correlates of memory impairment in treatment-resistant depression. *J. Affect. Disord.*, 2019, N. 253, pp. 248–256. doi: 10.1016/j.jad.2019.04.096.
83. Rowson S.A., Bekhbat M., Kelly S.D., Binder E.B., Hyer M.M., Shaw G., Bent M.A., Hodes G., Tharp G., Weinschenker D., Qin Z., Neigh G.N. Chronic adolescent stress sex-specifically alters the hippocampal transcriptome in adulthood. *Neuropsychopharmacology*, 2019, Vol. 44, N. 7, pp. 1207–1215. doi: 10.1038/s41386-019-0321-z.
84. Shaw G.A., Hyer M.M., Targett I., Council K.R., Dyer S.K., Turkson S., Burns C.M., Neigh G.N. Traumatic stress history interacts with sex and chronic peripheral inflammation to alter mitochondrial function of synaptosomes. *Brain Behav. Immun.*, 2020, N. 88, pp. 203–219. doi: 10.1016/j.bbi.2020.05.021.
85. Rivera J., Isidro R.A., Loucil-Alicea R.Y., Cruz M.L., Appleyard C.B., Isidro A.A., Chompre G., Colon-Rivera K., Noel R.J. Jr. Infusion of HIV-1 Nef-expressing astrocytes into the rat hippocampus induces enteropathy and interstitial pneumonitis and increases blood-brain-barrier permeability. *PLoS One*, 2019, Vol. 14, N. 11, e0225760. doi: 10.1371/journal.pone.0225760.
86. Rubin L.H., Maki P.M. HIV, Depression, and Cognitive Impairment in the Era of Effective Antiretroviral Therapy. *Curr. HIV/AIDS Rep.*, 2019, Vol. 16, N. 1, pp. 82–95. doi: 10.1007/s11904-019-00421-0.
87. Picard M., McEwen B.S., Epel E.S., Sandi C. An energetic view of stress: Focus on mitochondria. *Front. Neuroendocrinol.*, 2018, N. 49, pp. 72–85. doi: 10.1016/j.yfrne.2018.01.001.
88. Turkson S., Kloster A., Hamilton P.J., Neigh G.N. Neuroendocrine Drivers of Risk and Resilience: The Influence of Metabolism & Mitochondria. *Front. Neuroendocrinol.*, 2019, N. 54, P. 100770. doi: 10.1016/j.yfrne.2019.100770.
89. Hyer M.M., Phillips L.L., Neigh G.N. Sex Differences in Synaptic Plasticity: Hormones and Beyond. *Front Mol. Neurosci.*, 2018, N. 11, P. 266. doi: 10.3389/fnmol.2018.00266.
90. Hiller K.M., Slatery D.A., Pletzer B. Neurobiological mechanisms underlying sex-related differences in stress-related disorders: Effects of neuroactive steroids on the hippocampus. *Front. Neuroendocrinol.*, 2019, N. 55, P. 100796. doi: 10.1016/j.yfrne.2019.100796.
91. Kinlein S.A., Phillips D.J., Keller C.R., Karatsoreos I.N. Role of corticosterone in altered neurobehavioral responses to acute stress in a model of compromised hypothalamic-pituitary-adrenal axis function. *Psychoneuroendocrinol.*, 2019, N. 102, pp. 248–255. doi: 10.1016/j.psyneuen.2018.12.010.
92. Bolton J.L., Short A.K., Simeone K.A., Daglian J., Baram T.Z. Programming of Stress-Sensitive Neurons and Circuits by Early-Life Experiences. *Front. Behav. Neurosci.*, 2019, N. 13, P. 30. doi: 10.3389/fnbeh.2019.00030.
93. Teissier A., Le Magueresse C., Olusakin J., Andrade da Costa B.L.S., De Stasi A.M., Bacci A., Imamura Kawasawa Y., Vaidya V.A., Gaspar P. Early-life stress impairs postnatal oligodendrogenesis and adult emotional behaviour through activity-dependent mechanisms. *Mol. Psychiatry*, 2020, Vol. 25, N. 6, pp. 1159–1174. doi: 10.1038/s41380-019-0493-2.
94. Millon E.M., Shors T.J. How mental health relates to everyday stress, rumination, trauma and interoception in women living with HIV: A factor analytic study. *Learning and Motivation*, 2021, N. 73, P. 101680. doi:10.1016/j.lmot.2020.101680.

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ / ORIGINAL ARTICLES

ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ
INNOVATIVE DEVELOPMENTS

УДК 616.24-002-036:576.316.24

<https://doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-2-49-55>**РОЛЬ ДЛИНЫ ТЕЛОМЕР В ОЦЕНКЕ ПРОГНОЗА ТЯЖЕСТИ ПРОТЕКАНИЯ ПНЕВМОНИЙ РАЗЛИЧНОЙ ЭТИОЛОГИИ: ОТКРЫТОЕ ПРОСПЕКТИВНОЕ НЕИНТЕРВЕНЦИОННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ***Р.Г. Макиев, И.В. Миронов**

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

ВВЕДЕНИЕ: Поиск раннего маркера оценки тяжести течения внебольничной пневмонии является глобальной проблемой современной медицины. В качестве такого биологического маркера оценки тяжести протекания внебольничных пневмоний может быть предложена оценка длины теломер лимфоцитов периферической крови пациента в день поступления на стационарное лечение.

ЦЕЛЬ: Изучить прогностическое значение длины теломер в оценке прогноза тяжести протекания пневмоний различной этиологии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ: В исследовании приняла участие группа из 97 пациентов с внебольничной пневмонией различной этиологии (вирусные пневмонии, вызванные COVID-19 и бактериальные пневмонии). Пробы крови в соответствии с информированным добровольным согласием были взяты при поступлении и при выписке из стационара. Теломеры измеряли в ДНК, выделенной из лимфоцитов периферической крови с применением набора («Биолабмикс», Новосибирск) по протоколу производителя.

РЕЗУЛЬТАТЫ: Оценка длины теломер в динамике у пациентов с вирусными пневмониями в зависимости от тяжести течения показала, что в 1-й группе при поступлении значение этого показателя составило 6343 (6114; 6422) пар нуклеотидов (п. н.) тогда как во 2-й группе было статистически значимо ниже – 5264 (5057; 5423) пар нуклеотидов (п. н.) ($p < 0,001$).

ОБСУЖДЕНИЕ: Результаты исследования показали, что у всех пациентов с вирусной пневмонией тяжелого течения, вызванной новой коронавирусной инфекцией, после 3 недель пребывания в стационаре длины теломер достоверно сократились не менее, чем на 2000 пар нуклеотидов. Анализируя полученные данные, нам удалось подтвердить гипотезу о существенно более тяжелом протекании вирусных пневмоний у пациентов с низкими показателями длины теломер.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: Установлено, что длина теломер существенно изменяется в динамике течения бактериальных и вирусных пневмоний и может быть рассмотрена в качестве маркера тяжести и прогноза течения заболевания на ранних этапах диагностики.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: морская медицина, длина теломер, внебольничная пневмония, вирусная пневмония, новая коронавирусная инфекция, COVID-19

* Для корреспонденции: *Миронов Илья Васильевич, e-mail: ilyamirono@mail.ru*

* For correspondence: *Ilya V. Mironov, e-mail: ilyamirono@mail.ru*

Для цитирования: Макиев Р.Г., Миронов И.В. Роль длины теломер в оценке прогноза тяжести протекания пневмоний различной этиологии: открытое проспективное неинтервенционное исследование // *Морская медицина*. 2023. Т. 9, № 2. С. 49-55, doi: <https://doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-2-49-55> EDN: <https://elibrary.ru/GWPXFS>

For citation: Makiev R.G., Mironov I.V. Role of telomere length in assessing prognosis of pneumonias severity of different etiology: open prospective non-intervention study // *Marine medicine*. 2023. Vol. 9, No. 2. P. 49-55, doi: <https://doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-2-49-55> EDN: <https://elibrary.ru/GWPXFS>

© Авторы, 2023. Издатель ООО Балтийский медицинский образовательный центр. Данная статья распространяется на условиях «открытого доступа», в соответствии с лицензией CCBY-NC-SA 4.0 («Attribution-NonCommercial-Share-Alike» / «Атрибуция-Некоммерчески-Сохранение Условий» 4.0), которая разрешает неограниченное некоммерческое использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии указания автора и источника. Чтобы ознакомиться с полными условиями данной лицензии на русском языке, посетите сайт: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.ru>

ROLE OF TELOMERE LENGTH IN ASSESSING PROGNOSIS OF PNEUMONIAS SEVERITY OF DIFFERENT ETIOLOGY: OPEN PROSPECTIVE NON-INTERVENTION STUDY

Ruslan G. Makiev, Ilya V. Mironov*

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

INTRODUCTION: Searching for an early marker in assessing the severity of community-acquired pneumonia is a global issue in modern medicine. As such a biological marker of community-acquired pneumonia severity, the assessment of telomere length peripheral blood lymphocytes on the day of inpatient treatment may be suggested.

OBJECTIVE: Study prognostic value of telomere length in assessing prognosis of pneumonia severity of different etiology.

MATERIALS AND METHODS: The study involved a group of 97 patients with community-acquired pneumonia of different etiology (viral pneumonia, caused by COVID-19 and bacterial pneumonias). Blood samples were taken on admission and discharge from hospital in accordance with informed voluntary consent. Telomeres were measured in DNA, secreted from peripheral blood lymphocytes, using the manufacturer's protocol kit (Biolabmix, Novosibirsk).

RESULTS: Depending on the severity, the assessment of telomere length in patients with viral pneumonias showed that in the group 1 at admission the value of this indicator was 6343 (6114; 6422) kilobases, whereas in the second group it was statistically significantly lower - 5264 (5057; 5423) kilobases ($p < 0.001$)

DISCUSSION: The study results showed that all patients with severe viral pneumonia, caused by a new coronavirus infection, after 3 weeks in hospital experienced significant reduction of telomere length not less than 2000 base pairs. Analyzing the data, we managed to confirm the hypothesis of much more severe viral pneumonia in patients with low telomere lengths.

CONCLUSION: It was found that telomere length changes significantly in the dynamics of bacterial and viral pneumonia and can be considered as a marker of severity and prognosis of the disease course in the early stages of diagnosis.

KEYWORDS: marine medicine, telomere length, community-acquired pneumonia, viral pneumonia, new coronavirus infection, COVID-19

Введение. Внебольничная пневмония (ВП) является одним из наиболее распространенных инфекционных заболеваний, что обуславливает актуальность данной нозологии для здравоохранения многих стран мира. Согласно данным Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека РФ, в 2021 г. заболеваемость ВП возросла по сравнению с предыдущим годом более чем в 3,5 раза и составила 1856,2 случаев на 100 тыс. населения, что объясняется эпидемическим распространением новой коронавирусной инфекции (НКИ). Этот факт подтверждается данными этиологической структуры ВП: в 2021 г. наиболее частой причиной этого заболевания стали вирусы (265,06 на 100 тыс. населения). В клинической структуре заболеваемости COVID-19 на пневмонии приходилось 22 % от всех зарегистрированных случаев¹. Согласно данным систематического обзора, проведенного S. Shoag и D.M. Musher [1], самыми распространенными невирусными этиологическими факторами ВП явля-

ются пневмококк (33–50 %), гемофильная палочка (7–16 %), золотистый стафилококк (4–10 %) и клебсиелла (4–10 %). Отмечается многолетняя тенденция (с 1970-х гг.) по снижению доли пневмококка и повышению доли гемофильной палочки в этиологической структуре ВП. Имеются данные о «сезонном» распределении возбудителей ВП: в летнее время у пациентов чаще выделяются стафилококки и грамотрицательные бактерии, в зимние месяцы – пневмококки.

Атипичные бактерии чаще всего оказываются этиологическим фактором ВП в возрастной группе 18–50 лет и выявляются у каждого пятого такого пациента. В структуре атипичных возбудителей ВП преобладают микоплазмы (55 % случаев); оставшуюся часть приблизительно поровну «делят» хламидии и легионеллы. Старшие возрастные группы более склонны к заболеванию пневмонией, вызванной стафилококками и грамотрицательными бактериями [2].

В литературе описаны случаи смешанной, или ко-инфекции, вызванной несколькими бактериальными возбудителями или их сочетанием с респираторными вирусами [3]. В ряде случаев установить этиологию ВП не представляется возможным, что отражается на выборе соответствующей терапии (назначение эмпирических этиотропных средств).

¹О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2021 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. 2022. 340 с.

Общеизвестно, что ВП может протекать с формированием осложнений. В последние годы ввиду эпидемического распространения НКИ в литературе приводятся данные об осложнениях вирусных ВП. В работах, посвященных COVID-19, чаще всего описываются кардиоваскулярные и эмболические осложнения (нарушения ритма и проводимости, тромбоз легочной артерии, тромбоз глубоких вен, миокардит и др.), так как они являются факторами выживаемости пациентов [4-6]. Следует отметить, что проблема кардиоваскулярных осложнений ВП поднималась и ранее в работах зарубежных авторов. Согласно данным мультицентрового исследования F. Violi и соавт. [7], 45 % таких осложнений составляют нарастание сердечной недостаточности, 23 % – фибрилляция предсердий, 22 % – инфаркт миокарда, 10 % – другие причины (инсульт, внезапная сердечная смерть). Наряду с описанными клиническими состояниями в центре внимания исследователей находятся осложнения, связанные с поражением дыхательной системы (дыхательная недостаточность, острый респираторный дистресс-синдром). По мнению N. Tang и соавт. [8], в случае вирусных ВП генерализованная тромботическая микрососудистая ангиопатия лежит в основе патогенеза респираторных осложнений. В литературе также встречаются данные о формировании осложнений со стороны ЖКТ и ЦНС [9].

Пневмония ежегодно уносит около 3 млн жизней, занимая 3-е место среди ведущих причин смерти². В структуре летальности от болезней органов дыхания в РФ в 2019 г. на долю пневмоний приходилась 41,9 %; смертность составила 17,0 на 100 тыс. населения³. Зарегистрированное в России количество летальных случаев от ВП в 2020 г. увеличилось почти в 12 раз по сравнению с предыдущим годом, составив 44,45 на 100 тыс. населения, что также обусловлено в значительной мере НКИ COVID-19 [10]. За рубежом в «доковидную эпоху» внутрибольничная летальность от ВП составляла 6,5 % [11]. Данные о структуре смертности взрослого на-

селения от ВП приведены в ретроспективном исследовании V. Hespagnol и C. Barbara [2]. Так, летальность у пациентов в возрасте 18–50 лет составила 5,3 % и возрастала в среднем на 5–8 % с увеличением возраста на 10 лет. Повышение риска смертности отмечается у пациентов с сопутствующей патологией (рак легких, хронические заболевания почек, ишемическая болезнь сердца, сахарный диабет, кахексия, деменция) [10]. Летальность у пациентов с ВП, ассоциированной с НКИ, в первый год пандемии составляла от 11,4 % до 14,7 % [12]. В дальнейшем этот показатель снизился до 2,38 % [13], что может быть обусловлено повышением качества оказания медицинской помощи и усилением мер эпидемиологического контроля при данном заболевании.

Проблема ранней диагностики и прогнозирования тяжелого течения внебольничных пневмоний является глобальной проблемой современной медицины. Длина теломер может являться биологическим предиктором развития неблагоприятных форм протекания внебольничных пневмоний [14-17]. Теломерами являются дистальные отрезки хромосом, которые выполняют защитную функцию [18]. Исходя из наших экспериментальных данных, мы утверждаем, что пациенты с более короткой длиной теломер, чем в популяции, при поступлении на стационарное лечение склонны к более тяжелому течению пневмонии, чем пациенты с нормальной длиной теломер [18-19]. Мы делаем вывод, что пневмонии, вызванные новой коронавирусной инфекцией (COVID-19), будут достоверно укорачивать длину теломер по сравнению с бактериальными пневмониями [18-19].

Таким образом, с учетом современных научных представлений о факторах риска развития и потенциальной тяжести течения внебольничной пневмонии, а также ввиду малого количества исследований в зарубежной и отечественной медицинской науке становится актуальным вопрос комплексного изучения клинико-лабораторных и молекулярно-генетических показателей, являющихся прогностически значимыми для ведения пациентов с диагнозом внебольничной пневмонии.

Материалы и методы. В исследовании приняла участие группа из 97 пациентов с внебольничной пневмонией различной этиологии (вирусные пневмонии, вызванные COVID-19 и бактериальные пневмонии) без анамнеза хронической сердечной и дыхательной недостаточ-

²Global action plan for prevention and control of pneumonia (GAPP): technical consensus statement. Geneva: World Health Organization; 2009. Available from: https://www.unicef.org/media/files/GAPP3_web.pdf.

³Статистические материалы Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Форма 2). Москва, 2019

ности, срок лечения которых составил не менее трех и не более четырех недель (протокол заседания независимого Этического комитета при Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова № 249 от 27.04.2021 г.). Пробы крови в соответствии с информированным добровольным согласием были взяты при поступлении и при выписке из стационара. Пациентов разделили на группы на основании этиологической расшифровки возбудителей внебольничной пневмонии и оценки тяжести течения пневмонии по шкале SMART + COP / SMRT + CO: 1-я группа ($n = 16$) – пациенты с вирусной пневмонией нетяжелого течения; 2-я группа ($n = 37$) – пациенты с вирусной пневмонией тяжелого течения; 3-я группа ($n = 22$) пациенты с бактериальной пневмонией (преимущественно стрептококковой этиологии) нетяжелого течения; 4-я группа ($n = 22$) – пациенты с бактериальной пневмонией (преимущественно стрептококковой этиологии) тяжелого течения. В первые двое суток от момента поступления в клинику всем пациентам проводили бактериологическое исследование мокроты с определением чувствительности к антибактериальным препаратам, а для выявления антигенов респираторных вирусов – ис-

следование мокроты методом ПЦР. Пациенты проходили обследование и лечение по стандартной схеме в соответствии с актуальными Временными рекомендациями по диагностике и лечению коронавирусной инфекции [20]. Пациенты с бактериальными пневмониями получали лечение в соответствии с национальными и международными рекомендациями по лечению внебольничных пневмоний.

Теломеры измеряли в ДНК, выделенной из лимфоцитов периферической крови с применением набора («Биолабмикс», Новосибирск) по протоколу производителя. Для измерения длины теломер применяли метод количественной полимеразной цепной реакции в реальном времени (кПЦР), описанный Р.М. Каутоном [21]. С целью получения абсолютных значений средней длины теломер на геном применяли синтезированные олигонуклеотиды [22] с использованием амплификатора ДТ-прайм и коммерческих наборов («Биолабмикс», Новосибирск).

В ходе исследования изучали длину теломер лимфоцитов периферической крови в день поступления и в день выписки из стационара и сопоставляли частоту развития неблагоприятного клинического течения внебольничных пневмо-

Таблица 1

Критерии оценки тяжести пневмонии (SMART + COP / SMRT + CO)

Table 1

Pneumonia Severity Assessment Criteria (SMART + COP/SMRT + CO)

		Критерий	Балл
S	Systolic blood pressure	Систолическое АД < 90 мм рт. ст.	2
M	Multilobar infiltration	Мультилобарная инфильтрация на рентгенограмме легких	1
A	Albumin*	Уровень альбумина в плазме крови < 3,5 г/дл	1
R	Respiratory rate	Частота дыхания: ≤ 50 лет – ≥ 25/мин, > 50 лет – ≥ 30/мин	1
T	Tachycardia	ЧСС ≥ 125 уд/мин	1
C	Confusion	Нарушения сознания	1
O	Oxygenation	Оксигенация: PaO ₂ < 70 мм рт. ст. при возрасте ≤ 50 лет; < 60 мм рт. ст. при возрасте > 50 лет или SpO ₂ < 94 % при возрасте ≤ 50 лет; < 90 % при возрасте > 50 лет	2
P	pH	pH артериальной крови < 7,35	2

Примечание: * – критерии отсутствуют в шкале SMRT + CO

Note: * – no criteria in SMRT + CO

ний различной этиологии в зависимости от длины теломер. С этой целью проводили оценку риска развития тяжелого течения внебольничных пневмоний. Тяжесть течения пневмонии оценивали с применением шкалы SMART + COP / SMRT + CO (табл. 1). При наличии как минимум одного из представленных критериев пневмонию относили к тяжелому течению.

Результаты. Оценка длины теломер в динамике у пациентов с вирусными пневмониями в зависимости от тяжести течения показала, что в 1-й группе при поступлении значение этого показателя составило 6343 (6114; 6422) пар нуклеотидов (п.н.), тогда как во 2-й группе было статистически значимо ниже – 5264 (5057; 5423) пар нуклеотидов (п.н.) ($p < 0,001$) (табл. 2).

При выписке значения этих показателей в обеих группах больных достоверно снизились ($p < 0,001$) по сравнению с исходными уровнями, составив 5654 (5406; 5769) п. н. у пациентов, перенесших нетяжелые вирусные пневмонии, и 3274 (3157; 3382) п. н. у больных, перенесших заболевание в тяжелой форме. При этом значение показателя во 2-й группе было статистически значимо ниже ($p < 0,001$), чем в 1-й группе.

Исследование длины теломер у больных с бактериальными пневмониями в зависимости от тяжести течения заболевания показало, что в 3-й группе при поступлении значение данного показателя составило 8647 (8367; 8752) п. н., при этом в 4-й группе величина этого показателя была достоверно меньше – 7643 (7489; 7864) п. н. ($p < 0,001$) (см. табл. 2).

По окончании стационарного лечения уровни этого показателя в группах больных статистически значимо снизились ($p < 0,001$) по сравнению с исходными, составив 8627 (8346; 8739) п. н. у больных, перенесших нетяжелые бактериальные пневмонии, и 7531 (7376; 7772) п. н. у больных, перенесших заболевание в тяжелой

форме. При этом значение показателя в 4-й группе было статистически значимо ниже ($p < 0,001$), чем в 3-й группе.

Поиск взаимосвязей длины теломер с характеристиками течения заболевания при поступлении больных пневмонией на стационарное лечение показал наличие ряда статистически достоверных связей. Видно, что вирусная этиология заболевания была отрицательно ассоциирована с длиной теломер ($R = -0,789$; $p < 0,001$), при этом выявленная связь была сильной, то есть при вирусной пневмонии наблюдалось их более выраженное укорочение, чем при бактериальной этиологии заболевания.

Оценка взаимосвязей показателей длины теломер при выписке пациентов из стационара показала, что как и при поступлении этот показатель был отрицательно достоверно связан с вирусной этиологией заболевания ($R = -0,678$; $p < 0,001$) и его тяжелым течением ($R = -0,606$; $p < 0,001$) (см. табл. 3).

Обсуждение. Результаты исследования показали, что у всех пациентов с вирусной пневмонией тяжелой формы, вызванной новой коронавирусной инфекцией, после 3 нед пребывания в стационаре длины теломер достоверно сократились не менее чем на 2000 пар нуклеотидов. Можно сделать вывод, что укорочение теломер является одним из серьезных последствий COVID-19 и приводит к ускорению процессов старения человека. Анализируя полученные данные, нам удалось подтвердить гипотезу о существенно более тяжелом протекании вирусных пневмоний у пациентов с низкими показателями длины теломер.

Заключение. Установлено, что длина теломер значительно изменяется в динамике течения бактериальных и вирусных пневмоний. При увеличении тяжести пневмонии снижается длина теломер, при вирусной пневмонии

Таблица 2

Динамика длины теломер у пациентов с пневмониями различной этиологии

Table 2

Telomere length dynamics in patients with pneumonia of various etiologies

Показатель	Вирусные пневмонии		Бактериальные пневмонии	
	1-я группа $n = 16$	2-я группа $n = 37$	3-я группа $n = 22$	4-я группа $n = 22$
Длина теломер при поступлении (п. н.)	6342 ± 308	5264 ± 366	8647 ± 385	7643 ± 375
Длина теломер при выписке (п. н.)	5654 ± 362	3274 ± 225	8627 ± 393	7531 ± 396

Коэффициенты корреляции длины теломер с характеристиками течения заболевания при выписке пациентов из стационара

Table 3

Telomere length correlation coefficients with disease course characteristics at inpatient discharge

Характеристика	Коэффициент корреляции Спирмена, R	p
Вирусная этиология заболевания (0 – нет, 1 – да)	-0,678**	< 0,001
Тяжелое течение (0 – нет, 1 – да)	-0,606**	< 0,001
Длительность госпитализации, койко-дни	-0,108	0,355

Примечание: * – статистически значимые коэффициенты корреляции ($p < 0,05$)

Note: * – statistically significant correlation coefficients ($p < 0,05$)

наблюдаются более выраженные сдвиги этих показателей, чем при бактериальной этиологии заболевания. Исходя из полученных результатов, целесообразно рассматривать применение

измерения длины теломер при лечении вирусной пневмонии, вызванной вирусом SARS-CoV-2 как потенциального биологического маркера оценки тяжести течения заболевания.

Сведения об авторах:

Макиев Руслан Гайозович – доктор медицинских наук, доцент, заместитель начальника федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; e-mail: moro5555@yandex.ru; SPIN 4703-5573; ORCID 0000-0002-2180-6885

Мионов Илья Васильевич – адъюнкт кафедры госпитальной терапии федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; e-mail: ilyamirono@mail.ru; SPIN 9427-5456; ORCID 0000-0001-8382-8951

Information about the authors:

Ruslan G. Makiev – Dr. of Sci. (Med.), Associate Professor, Colonel of the medical service, Deputy Head of the Military Medical Academy named after S.M. Kirov of the Ministry of Defense of the Russian Federation; 194044, Saint Petersburg, Academician Lebedev str., 6; e-mail: moro5555@yandex.ru; SPIN 4703-5573; ORCID 0000-0002-2180-6885;

Ilya V. Mironov – Adjunct of the Department of Hospital Therapy of the Military Medical Academy named after S.M. Kirov of the Ministry of Defense of the Russian Federation; 194044, Saint Petersburg, Academician Lebedev str., 6; e-mail: ilyamirono@mail.ru; SPIN 9427-5456; ORCID 0000-0001-8382-8951;

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Author contribution. All authors according to the ICMJE criteria participated in the development of the concept of the article, obtaining and analyzing factual data, writing and editing the text of the article, checking and approving the text of the article.

Соответствие принципам этики. Исследования были организованы и проведены в соответствии с положениями и принципами действующих международных и российских законодательных актов, в частности Хельсинкской декларации 1975 г. и ее пересмотра 2013 г. Легитимность исследований подтверждена заключением независимого Этического комитета при Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова (протокол № 249 от 27.04.2021 г.).

Adherence to ethical standards: The research was organized and conducted in accordance with the provisions and principles of the current international and Russian legislative acts, in particular the Helsinki Declaration of 1975 and its revision in 2013. The legitimacy of the research was confirmed by the conclusion of the Independent Ethical Committee at the Military Medical Academy named after S.M. Kirov (Protocol No. 249 of 27.04.2021).

Потенциальный конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Disclosure. The authors declare that there is no conflict of interest.

Поступила/Received: 12.02.2023

Принята к печати/Accepted: 02.03.2023

Опубликована/Published: 30.06.2023

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Shoar S., Musher D.M. Etiology of community-acquired pneumonia in adults: a systematic review. *Pneumonia*, 2020, Vol. 12, № 1, pp. 1–10.
2. Hespagnol V., Barbara C. Pneumonia mortality, comorbidities matter? *Pulmonology*, 2020, Vol. 26, № 3, pp. 123–129.
3. Bjarnason A. Incidence, etiology, and outcomes of community-acquired pneumonia: a population-based study. *Open forum infectious diseases*. US: Oxford University Press, 2018, Vol. 5, № 2, pp. 1–9.
4. Ярошук Н. А., Кочмашева В. В., Вахрамеев А. В. Кардиологические осложнения у пациентов с тяжелым течением пневмонии COVID-19 // *Медицинский алфавит*. 2021. № 5. С. 14–17 [Yaroshchuk N. A., Kochmasheva V. V., Vakhrameev A. V. Cardiological complications in patients with severe pneumonia COVID-19. *Medical alphabet*, 2021, No. 5, pp. 14–17 (In Russ.)].
5. Sandoval Y., Januzzi Jr J. L., Jaffe A.S. Cardiac troponin for the diagnosis and risk-stratification of myocardial injury in COVID-19: JACC review topic of the week. *Journal of the American College of Cardiology*, 2020, № 76, № 10, pp. 1244–1258.
6. Guo T. Fan Y., Chen M., Wu X., Zhang L., He T., Lu Z. Cardiovascular implications of fatal outcomes of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Journal of the American College of Cardiology*, 2020, Vol. 7, № 5, pp. 811–818.
7. Violi F. Cardiovascular Complications and Short-term Mortality: Risk in Community-Acquired Pneumonia. *Clinical Infectious Diseases*, 2017, Vol. 64, № 11, pp. 1486–1493.
8. Tang N., Bai H., Chen X., Gong J., Li D., Sun Z.J. Anticoagulant treatment is associated with decreased mortality in severe coronavirus disease 2019 patients with coagulopathy. *Journal of thrombosis and haemostasis*. 2020, Vol. 18, № 5, pp. 1094–1099.
9. Хавинсон В.Х., Кузник Б.И. Осложнения у больных COVID-19. Предполагаемые механизмы коррекции // *Клиническая медицина*. 2020. Т. 98, № 4. С. 256–265 [Havinson V.Kh., Kuznik B.I. Complications in patients with COVID-19. Suggested mechanisms of correction. *Clinical medicine*, 2020, Vol. 98, № 4, pp. 256–265 (In Russ.)].
10. Huang I., Lim M.A., Pranata R. Diabetes mellitus is associated with increased mortality and severity of disease in COVID-19 pneumonia: a systematic review, meta-analysis and meta-regression. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*. 2020, № 14, pp. 395–403.
11. Ramirez J.A., et al. Adults Hospitalized With Pneumonia in the United States: Incidence, Epidemiology, and Mortality. *Clinical Infectious Diseases*, 2017, Vol. 65, № 11, pp. 1806–1812.
12. Giesen C. Epidemiological characteristics of the COVID-19 outbreak in a secondary hospital in Spain. *American Journal of Infection Control*, 2021, Vol. 49, № 2, pp. 143–150.
13. Arnold F.W. A Worldwide Perspective of Atypical Pathogens in Community-acquired Pneumonia. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 2007, Vol. 175, № 10, P.1086–1093.
14. Миронов И.В., Спивак И.М. Совершенствование лабораторной диагностики пневмоний различной этиологии // *Известия Российской Военно-медицинской академии*. 2021. Т. 40, № S1. С. 96–98 [Mironov I.V., Spivak I.M. Improvement of laboratory diagnostics of pneumonia of various etiologies. *Izvestia of the Russian Military Medical Academy*, 2021, Vol. 40, No. S1, pp. 96–98 (In Russ.)].
15. Спивак И.М., Жекалов А.Н., Миронов И.В., Глушаков Р.И. Длина теломер как возможный предиктор тяжести протекания пневмонии, вызванной COVID-19 // *Известия Российской Военно-медицинской академии*. 2020. Т. 39, № S3-1. С. 205–209 [Spivak I.M., Zhekalov A.N., Mironov I.V., Glushakov R.I. Telomere length as a possible predictor of the severity of pneumonia caused by COVID-19. *Izvestia of the Russian Military Medical Academy*, 2020, Vol. 39, No. S3-1, pp. 205–209 (In Russ.)].
16. Спивак И.М., Жекалов А.Н., Миронов И.В., Слизов П.А., Глушаков Р.И. Укорочение длины теломер при пневмонии, вызванной новой коронавирусной инфекцией // *Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения*. 2021. Т. 16, № 1. С. 371–377 [Spivak I.M., Zhekalov A.N., Mironov I.V., Slizhov P.A., Glushakov R.I. Shortening of telomere length in pneumonia caused by a new coronavirus infection. *Health – the basis of human potential: problems and solutions*. 2021, Vol. 16, No. 1, pp. 371–377 (In Russ.)].
17. Миронов И.В., Гордиенко А.В., Сердюков Д.Ю., Чумак Б.А., Яковлев В.В. Длина теломер, тяжесть течения коронавирусной инфекции и преждевременное старение (обзор литературы) // *Медико-фармацевтический журнал «Пульс»*. 2022. Т. 24, № 4. С. 84–89 [Mironov I.V., Gordienko A.V., Serdyukov D.Yu., Chumak B.A., Yakovlev V.V. Telomere length, severity of coronavirus infection and premature aging (literature review). *Medical and Pharmaceutical Journal “Pulse”*. 2022, Vol. 24, No. 4, pp. 84–89 (In Russ.)]. doi: 10.26787/nydha-2686-6838-2022-24-4-84-89
18. Миронов И.В., Гордиенко А.В., Чумак Б.А., Львов Н.И. Длина теломер как биологический маркер оценки тяжести течения пневмоний различной этиологии // *Медико-фармацевтический журнал «Пульс»*. 2022. Т. 24, № 5. С. 114–121 [Mironov I.V., Gordienko A.V., Chumak B.A., Lvov N.I. Telomere length as a biological marker for assessing the severity of pneumonia of various etiologies. *Medical and Pharmaceutical Journal “Pulse”*. 2022, Vol. 24, No. 5, pp. 114–121 (In Russ.)]. doi: 10.26787/nydha-2686-6838-2022-24-5-114-121.
19. Миронов И.В., Гордиенко А.В., Чумак Б.А., Львов Н.И. Изучение влияния длины теломер на клиническую картину пневмоний различной этиологии // *Медико-фармацевтический журнал «Пульс»*. 2022. Т. 24, № 10. С. 64–71 [Mironov I.V., Gordienko A.V., Chumak B.A., Lvov N.I. Study of the effect of telomere length on the clinical picture of pneumonia of various etiologies. *Medical and Pharmaceutical Journal “Pulse”*. 2022, Vol. 24, No. 10, pp. 64–71 (In Russ.)]. doi: 10.26787/nydha-2686-6838-2022-24-10-64-71.
20. Временные методические рекомендации: профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 11 (07.05.2021). М., 2021. 225 с. [Temporary guidelines: prevention, diagnosis and treatment of new coronavirus infection (COVID-19). Version 11 (07.05.2021). Moscow, 2021. P. 225 (In Russ.)].
21. Sawthorn R.M. Telomere measurement by quantitative PCR. *Nucleic Acids Research*. 2002. Vol. 30, Iss. 10, pp. e47.
22. O’Callaghan N.J., Dhillon V.S., Thomas P., Fenech M. A quantitative real-time PCR method for absolute telomere length. *Biotechniques*. 2008, № 44, pp. 807–819. doi: 10.1093/nar/30.10.e4725.

ПРИМЕНЕНИЕ ГИПЕРБАРИЧЕСКОЙ ОКСИГЕНАЦИИ У БОЛЬНЫХ НОВОЙ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИЕЙ COVID-19: ПРОСПЕКТИВНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

¹Ю.В. Струж, ²П.Н. Савилов, ¹О.А. Якушева *, ¹Е.Б. Вахтина, ³О.Ю. Ефремова,
³И.М. Первеева, ⁴А.В. Вериковская

¹Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко,
г. Воронеж, Россия

²Тамбовская центральная районная больница, с. Покрово-Пригородное, Россия

³Воронежская областная клиническая больница № 1, г. Воронеж, Россия

⁴Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова
(Сеченовский университет), Москва, Россия

ЦЕЛЬ: Изучение влияния гипербарической оксигенации (ГБО) на зависимость больных COVID-19 от постоянной кислородной поддержки и клинико-биохимические показатели, являющиеся маркерами тяжести данного патологического состояния.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ: Обследованы 30 пациентов с диагнозом «Коронавирусная инфекция, вызванная вирусом SARS-CoV-2» (20 – больные КТ1-2, 10 – больные с КТ 3-4), находившихся на постоянной кислородной поддержке с первого дня поступления в стационар. Двадцати пациентам (основная группа) был назначен шестидневный курс ГБО в режиме 1,4 ата – 60 мин, один сеанс в сутки. Процедуру проводили в отечественной барокамере «БЛКСМ». На момент назначения курса ГБО больные находились от 3 до 5 дней на эндоназальной подаче кислорода (ЭПК) (8–10 л/мин) или от 2 до 4 дней на неинвазивной вентиляции легких (НИВЛ). Показанием к назначению ГБО служила неэффективность оказываемой кислородной поддержки. До и после каждого сеанса ГБО измеряли насыщение крови кислородом, оценивали субъективное состояние пациента, динамику содержания в крови лейкоцитов, тромбоцитов, С-реактивного белка (СРБ), ферритина и активность трансфераз. Контрольную группу (n = 10) составили пациенты COVID-19, имевшие противопоказания к применению ГБО (клаустрофобия, буллезная болезнь легких).

Статистика. Статистическую обработку полученных данных осуществляли с помощью программы Statistica 10,0 (Dell Inc., США).

РЕЗУЛЬТАТЫ. Уже к 3-му сеансу ГБО 5 из 10 больных COVID-19 с КТ1-2 не нуждались в постоянной кислородной поддержке, а 4 из 5 больных COVID-19 с КТ 3-4 переходили с НИВЛ на ЭПК. После 6-го сеанса ГБО только один пациент нуждался в постоянной кислородной поддержке (ЭПК), которая была отменена через 4 сут после окончания курса ГБО. Летальность в этой группе отсутствовала. У пациентов контрольной группы кислородная поддержка распределялась следующим образом: в 1-е сутки – 8 человек на ЭПК, 2 на НИВЛ; 3-и сутки – 4 человека на ЭПК, 6 на НИВЛ; 7-е сутки 3 человека на ЭПК, 4 на НИВЛ, 2 на инвазивной вентиляции легких (ИВЛ). К 14-м суткам 5 человек не нуждались в постоянной кислородной поддержке, 2 на ЭПК, 1 на НИВЛ; 2 пациента, находившихся на ИВЛ, умерли. В основной группе устранение гипоксемии отмечалось на 6-е сутки применения ГБО, тогда как в контрольной группе она сохранялась к 14-м суткам лечения. Независимо от тяжести патологического процесса, применение ГБО вызывало снижение содержания лейкоцитов крови, не выходящее за нижнюю границу нормы, снижало степень гиперферритинемии. Скорость снижения в крови СРБ под влиянием ГБО находилась в обратной зависимости от тяжести патологического состояния.

ОБСУЖДЕНИЕ. Быстрый отказ пациентов с COVID-19 от постоянной кислородной поддержки в процессе курсового применения ГБО свидетельствует о способности гипербарического кислорода устранять нарушения газообменной функции легких. Одновременно с этим ГБО оказывает противовоспалительное влияние на больной организм, выступая синергистом с медикаментозной терапией, что проявляется снижением содержания в крови белков острой фазы и устранением лейкоцитоза. Постоянная кислородная поддержка методом ЭПК и НИВЛ такими возможностями не обладает, выполняя исключительно заместительную функцию

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Курсовое применение ГБО в режиме 1,4 ата, 50 мин, один сеанс в стуки является эффективным методом лечения дыхательной недостаточности и профилактики ее прогрессирования у больных COVID-19.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: морская медицина, COVID-19, гипербарическая оксигенация, лечение, белки острой фазы, дыхательная недостаточность

*Для корреспонденции: Якушева Ольга Алексеевна, e-mail: oy33@mail.ru

*For correspondence: Olga A. Yakusheva, e-mail: oy33@mail.ru

Для цитирования: Струк Ю.В., Савилов П.Н., Якушева О.А., Вахтина Е.Б., Ефремова О.Ю., Первеева И.М., Вериковская А.В. Применение гипербарической оксигенации у больных новой коронавирусной инфекцией COVID-19 // *Морская медицина*. 2023. Т. 9, No. 2. С. 56-67, <https://doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-2-56-67> EDN: <https://elibrary.ru/HBSAYT>

For citation: Struk Yu.V., Savilov P.N., Yakusheva O.A., Vakhtina E.B., Efremova O.Yu., Perveeva IM., Verikovskaja A.V. Application of hyperbaric oxygenation in patients with a new coronavirus infection covid-19: prospective study // *Marine medicine*. 2023. Vol. 9, No. 2. P. 56-67, <https://doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-2-56-67> EDN: <https://elibrary.ru/HBSAYT>

APPLICATION OF HYPERBARIC OXYGENATION IN PATIENTS WITH A NEW CORONAVIRUS INFECTION COVID-19: PROSPECTIVE STUDY

¹Yury V. Struk, ³Pavel N. Savilov, ¹Olga A. Yakusheva*, ¹Evgeniya B. Vakhtina,
²Olga Yu. Efremova, ³Inna M. Perveeva, Anna V. Verikovskaja

¹Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Voronezh, Russia

²Tambovsk Central District Hospital, Pokrovo-Prigorodnoye village, Russia

³Voronezh Regional Clinical Hospital № 1, Voronezh, Russia.

⁴I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

OBJECTIVE: To study the effect of hyperbaric oxygenation HBO on the dependence of COVID-19 patients on constant oxygen support and clinical and biochemical parameters that are markers of the severity of this pathological condition.

MATERIAL AND METHODS: 30 patients were examined with the diagnosis of "Coronavirus infection caused by the SARS-CoV-2 virus" (20 - CT1-2 patients, 10 - CT 3-4 patients) who were on constant oxygen support from the first day of admission to the hospital. Twenty patients (the main group) were assigned a six-day course of hyperbaric oxygenation (HBO) in the mode of 1.4 ata - 60 min, one session per day. The procedure was carried out in the domestic pressure chamber "BLKSM". At the time of the appointment of the HBO course, the patients were on endonasal oxygen supply for 3 to 5 days (EOS, 8-10 liters per minute) or from 2 to 4 days on noninvasive ventilation of the lungs (NIVL). The indication for the appointment of HBO was the inefficiency of the oxygen support provided. Before and after each HBO session, the patient's subjective state was assessed, blood oxygen saturation was measured, the dynamics of the content of leukocytes, platelets, C-reactive protein (CRP), ferritin and transferase activity were evaluated. The control group (10 people) consisted of COVID-19 patients who had contraindications to the use of HBO (claustrophobia, bullous lung disease).

Statistics. Statistical processing of the obtained data was carried out using the program "Statistica 10.0" (Dell Inc., USA).

RESULTS: Already by the 3rd HBO session, five out of 10 COVID-19 с CT1-2 patients did not need constant oxygen support, and 4 out of 5 COVID-19 с CT 3-4 patients switched from NIV to EOS. After the 6th HBO session, only one patient needed constant oxygen support (EOS), which was canceled 4 days after the end of the HBO course. There was no lethality in this group. In patients of the control group, oxygen support was distributed as follows: on the first day - 8 people on EOS, 2 on NIVL; on day 3- 4 people on EOS, 6 on NIVL; on day 7 -3 people on EOS, 4 on NIVL, two on invasive ventilation of the lungs (IVL). By the 14th day, five people did not need constant oxygen support, 2 on EOS. 1 on NIVL; two patients who were on a ventilator died. In the main group, the elimination of hypoxemia was noted on the 6th day of HBO use, whereas in the control group it persisted by the 14th day of treatment. Regardless of the severity of the pathological process, the use of HBO caused a decrease in the content of blood leukocytes, not exceeding the lower limit of the norm, reduced the degree of hyperferritinemia. The rate of decrease in the blood of C-reactive protein (CRP) under the influence of HBO was inversely dependent on the severity of the pathological condition.

DISCUSSION: The rapid refusal of patients with COVID-19 from constant oxygen support during the course of the use of HBO indicates the ability of hyperbaric oxygen to eliminate violations of the gas exchange function of the lungs. At the same time, HBO has an anti-inflammatory effect on the sick body, acting as a synergist with drug therapy, which is manifested by a decrease in the content of acute phase proteins in the blood and the elimination of leukocytosis. The rate of decrease in the blood of C-reactive protein (CRP) under the influence of HBO was inversely dependent on the severity of the pathological condition.

CONCLUSION: Course application of HBO in 1.4 ata mode, 50 min, one session per knock. It is an effective method of treating respiratory failure and preventing its progression in patients with COVID-19.

KEYWORDS: marine medicine, COVID-19, hyperbaric oxygenation, treatment, acute phase proteins, respiratory failure

Введение. Пандемия новой коронавирусной инфекции COVID-19, вызываемой вирусом SARS-CoV-2, охватившая мир в 2020–2021 гг., показала неготовность современной медицины к лечению и профилактике дыхательной недостаточности, которая (если развивалась) являлась причиной высокой летальности у данной категории больных. На практике традиционные методы ее лечения и профилактики (нормобарическая оксигенотерапия, неинвазивная вентиляция легких) оказались малоэффективными при тяжелом течении данного патологического состояния, возникающего вследствие активного вовлечения легких в патологические процессы, запускаемые в организме SARS-CoV-2 [1, 2]. Перевод таких пациентов на инвазивную вентиляцию легких в 85–95 % случаев заканчивался летальным исходом [3]. Не оправдала надежды и экстракорпоральная мембранная оксигенация [4]. Причиной этого является их исключительно заместительная функция: обеспечение кислородного снабжения организма в условиях нарушения газообменной функции легких. Непосредственно на патологические реакции, приводящие к ее нарушению при COVID-19, они не воздействуют [5]. Это привело к поиску методов, направленных не только на ликвидацию гипоксии, развивающейся при дыхательной недостаточности, но и способных воздействовать на ведущие звенья патогенеза при поражении легких SARS-CoV-2. Как оказалось, такой метод лечения на момент возникновения пандемии COVID-19 уже существовал – это гипербарическая кислородная терапия. Она осуществляется методом гипербарической оксигенации (ГБО), т. е. дыханием кислородом в условиях повышенного атмосферного давления¹. Несмотря на это, в российских рекомендациях пневмонии отнесены к противопоказаниям при назначении ГБО², тогда как в зарубежных источниках двусторонние пневмонии не являются противопоказанием для назначения ГБО [6]. Поэтому первые сообщения о высокой эффективности ГБО у пациентов с тяжелым течением SARS-CoV-2-ас-

социированной пневмонии были сделаны зарубежными коллегами [7]. Одновременно с этим была опубликована работа, где с патофизиологических позиций обосновывалась целесообразность включения ГБО в терапию больных COVID-19 и определены оптимальные режимы ее применения [8], которые были подтверждены на практике [9, 10].

Целью настоящей работы явилось изучение влияния ГБО на зависимость больных COVID-19 от постоянной кислородной поддержки и клинико-биохимические показатели, являющиеся маркерами тяжести данного патологического состояния.

Материалы и методы. Проведено ретроспективное обследование 30 пациентов с диагнозом «Новая коронавирусная инфекция, вызванная вирусом SARS-CoV-2», находившихся в отделении по лечению новой коронавирусной инфекции Воронежской областной клинической больницы № 1. Все пациенты получали стандартную терапию в соответствии с рекомендациями Минздрава России. От каждого пациента получено письменное информированное согласие на проведение лечения. В зависимости от компьютерной томографической картины поражения легких пациенты были распределены на две группы: средняя степень тяжести (КТ1-2) и тяжелая степень (КТ 3-4). Все они с первого дня поступления в стационар получали кислородную поддержку в виде эндоназальной подачи кислорода (ЭПК) (5–10 л/мин) или неинвазивную вентиляцию легких в режиме СРАР ($FiO_2 = 50–70\%$). Пациенты были распределены на контрольную и основную группы. В контрольную группу вошли 10 человек (5 мужчин и 5 женщин), средний возраст составил 62 (52;76) года, которым гипербарическая оксигенация не применялась из-за клаустрофобии ($n = 7$), буллезной болезни легких ($n = 3$). Эту группу составили пациенты со средней степенью тяжести (КТ1-2). В основную группу (10 мужчин и 10 женщин) вошли пациенты, средний возраст 68 (50;82) лет, которые на момент начала курса ГБО находились от 3 до 5 дней на ЭПК (8–10 л/мин; $n = 15$ пациентов) и от 2 до 4 дней на НИВЛ ($n = 5$). Ее разделили на две подгруппы. Подгруппа А – больные COVID-19 средней степени тяжести (КТ 1-2; 5 мужчин и 5 женщин). Подгруппа Б – больные COVID-19 с тяжелой степенью поражения легких (КТ3-4; 6 мужчин и 4 женщины). Показанием к назначе-

¹Руководство по гипербарической медицине (ред. С.А. Байдин, А.Б. Граменицкий, Б.А. Рубинчик). Москва: Медицина, 2008. 561 с

²Теплов В.М., Разумный Н.В., Повзун А.С. Возможности применения гипербарической оксигенации в неотложной медицине: учебно-методическое пособие. Санкт-Петербург, 2017. 27 с.

нию ГБО явилось увеличение зависимости пациентов от кислорода. Это проявлялось в необходимости увеличения содержания кислорода во вдыхаемом воздухе или переводе пациентов с ЭПК на НИВЛ, а также в неэффективности НИВЛ.

С учетом теоретического обоснования безопасности и эффективности при пневмониях «мягких» режимов ГБО [5] пациентам назначен курс ГБО из 6 сеансов в режиме 1,4 ата, 50 мин, по одному сеансу в сутки в барокамере «БЛКСМ» Воронежского механического завода. Применение курса ГБО проходило на фоне медикаментозного лечения, осуществляемого в соответствии с действовавшими на тот момент временными рекомендациями МЗ РФ по лечению COVID-19. Для оценки эффективности гипербарической кислородной терапии определение сатурации (St_{O_2}), частоты дыхания, частоты пульса проводили до и после первого, третьего и шестого сеансов ГБО. Общий и биохимический анализы крови исследовали перед первым, третьим и шестым сеансами ГБО.

Статистическую обработку полученных данных осуществляли с помощью программы Statistica 10,0 (Dell Inc., США). Поскольку распределение большинства признаков отличалось от нормального (проверяли по критерию Шапиро–Уилка), данные представлены в виде медианы и 25 %, и 75 % квартилей (Me (Q_{25} ; Q_{75})). Статистическую значимость различий оценивали с использованием критерия Вилкоксона для зависимых и критерия Манна–Уитни для независимых групп. Различия принимались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты. Ретроспективный анализ 10 историй болезни пациентов с COVID-19 контрольной группы показал, что на момент поступления все они нуждались в кислородной поддержке: 8 пациентов в ЭПК, 2 в НИВЛ (табл. 1). По мере увеличения сроков пребывания в стационаре, несмотря на проводимое лечение, на 3-и сутки часть пациентов была переведена с ЭПК на НИВЛ (см. табл. 1). На 7-е сутки проводимая НИВЛ у 2 пациентов оказалась неэффективной и они были переведены в отделение реанимации и интенсивной терапии на инвазивную вентиляцию легких (ИВЛ); необходимость в кислородной поддержке отпала у одной пациентки (см. табл. 1). К 14-м суткам пребывания пациентов контрольной группы в стационаре, 5 уже не нуждались в кислородной поддержке, 2 получали ЭПК, 1 – НИВЛ (см. табл. 1). Умерли 2 пациента, переведенных на ИВЛ после 3 сут нахождения в стационаре, в виду неэффективности НИВЛ из-за прогрессирования патологического процесса в легких.

Одним из ведущих показателей, характеризующих степень дыхательной недостаточности, является сатурация (St_{O_2}) [11]. Ее снижение на момент поступления в стационар у пациентов контрольной группы наряду с частотой дыхания и пульса (см. табл. 2) позволяет говорить о наличии у них дыхательной недостаточности I–II степени. Она сопровождалась увеличением содержания в крови лейкоцитов и белков острой фазы: С-реактивного белка (СРБ) и ферритина (см. табл. 2). На фоне медикаментозной терапии и кислородной поддержки (ЭПК и НИВЛ) к 14-м суткам нахождения пациентов в стациона-

Таблица 1
Распределение больных COVID-19 (контрольная группа) по способу кислородной поддержки
Table 1

Distribution of COVID-19 patients (control group) by oxygen support method

Кислородная поддержка	Длительность нахождения пациента в стационаре, сутки			
	1-е	3-и	7-е	14-е
ЭПК/EOS	8 (80 %)	4 (40 %)	3 (30 %)	2 (20 %)
НИВЛ/NIVL	2 (20 %)	6 (60 %)	4 (40 %)	1 (10 %)
ИВЛ/IVL	0	0	2 (20 %)	0
нет	0	0	1 (10 %)	5 (50 %)
Летальность	0	0	0	2 (20 %)

Примечание. ЭПК – эндоназальная подача кислорода, НИВЛ – неинвазивная вентиляция легких, ИВЛ – инвазивная вентиляция легких

Note. EOS – endonasal oxygen supply, NIVL – noninvasive ventilation of lungs, IVL – invasive ventilation of the lungs

наре отмечалось значимое (на 10 %) увеличение St_{O_2} относительно первых суток нахождения в стационаре; это сопровождалось урежением пульса и дыхания; однако полной нормализации этих показателей не происходило (см. табл. 2). Не нормализовалось содержание в крови СРБ и ферритина, хотя по сравнению с первыми сутками выявлено значимое снижение СРБ на 7-е и 14-е сутки исследования соответственно на 62 % и 82 %; тогда как значимое снижение содержания ферритина отмечено на 14-е сутки нахождения в стационаре (см. табл. 2). Кислородная поддержка (ЭПК и НИВЛ) больных COVID-19 не вызвала значимых изменений содержания в крови тромбоцитов, а также активности трансаминаз, что согласуется с данными других исследователей [12].

Подключение гипербарической кислородной терапии к лечению больных COVID-19, находящихся на кислородной поддержке (ЭПК и НИВЛ), не приводило к отказу от нее после

первого сеанса ГБО в обеих подгруппах основной группы пациентов (табл. 3). Однако уже к 3-му сеансу ГБО число больных COVID-19, нуждающихся в ЭПК, становилось наполовину меньше в обеих подгруппах. Снижалось в пять раз и число пациентов, находящихся на НИВЛ, которые переходили на ЭПК (см. табл. 3). После 3-го сеанса ГБО число пациентов, нуждающихся в кислородной поддержке, оставалось прежним. Однако уже перед 6-м сеансом ГБО в кислородной поддержке не нуждался ни один из пациентов подгруппы А (см. табл. 3). В подгруппе Б – 1 человек: пациентка с КТ 3-4 на момент начала курса ГБО, у которой НИВЛ была прекращена к 6-му сеансу ГБО. Пациентка была переведена на ЭПК 5 л в мин, которую отменили на 4-е сутки после окончания курса оксигенобаротерапии. Следовательно, в процессе шестидневного применения ГБО у 19 из 20 человек исчезла зависимость от постоянной кислородной поддержки, тогда как у больных

Таблица 2

Динамика функциональных и биохимических показателей у больных COVID-19 контрольной группы (M (Q₂₅; Q₇₅))

Table 2

Dynamics of functional and biochemical parameters in COVID-19 patients of the control group (M (Q₂₅; Q₇₅))

Показатель	Нахождение пациента в стационаре, сутки			
	1-е	3-и	7-е	14-е
Сатурация, %	84 [80;92]	87 [82;92]	88 [86;92]	92[90;94]*
Частота дыхания в минуту	28,5 [26;32]	26,2 [24;34]	24 [18;28]	22* [20;24]
Частота пульса в минуту	98 [88;118]	92 [80;98]	88 [84;90]	80* [78;82]
Лейкоциты, ·10 ⁹ /л	9,25 [6,80;11,20]	8,42 [7,10;10,51]	6,15* [4,16;7,28]	5,15* [4,66;6,25]
Тромбоциты, · 10 ⁹ /л	212,5 [168,0;318,0]	198,0 [178,4;268,2]	207,0 [165,0;302,2]	223,0 [185,0;312,0]
Аланинаминотрансфераза, ед/л	38,6 [26,7;50,3]	42,6 [27,0;48,6]	61,6 [36,7;92,6]	74,6* [31,7;112,0]
Аспаратаминотрасфераза, ед/л	32 [24,0;54,4]	36 [24,0;54,4]	32 [24,0;54,4]	42 [24,0;64,4]
С-реактивный белок, мг/л	48,0 [6,0;68,0]	36,4 [4,0;52,4]	18,4* [5,0;36,6]	8,6* [3,0;18,8]
Ферритин, мкг/л	1229,5 [726,0;1432,0]	1129,5 [626,0;1532,0]	821,5 [526,0;1222,0]	628,5* [426,0;1132,0]

Примечание. *p < 0,05 – значимость различий по сравнению с первыми сутками нахождения в стационаре
 Note. * p < 0.05 – the significance of the differences compared to the first knocks of being in the hospital

COVID-19 контрольной группы к 7-м суткам лечения она сохранялась у 9 из 10, при этом 2 пациента были переведены на ИВЛ и впоследствии скончались (см. табл. 1)

Как видно из табл. 4, на момент начала курсового применения ГБО у пациентов обеих подгрупп имелась неустранимая дыхательная недостаточность, несмотря на кислородную поддержку ЭПК и НИВЛ. На это указывает не только сниженная величина St_{O_2} , но и увеличенная частота дыхания. Уже перед третьим сеансом ГБО величина St_{O_2} у пациентов обеих подгрупп достоверно превышала аналогичный показатель исходного предгипероксического состояния. В этот период отмечено достоверное снижение частоты дыхания у пациентов по сравнению с исходным состоянием (см. табл. 4). По мере увеличения количества сеансов ГБО оксигенация крови улучшалась (см. табл. 4). Однако перед шестым сеансом ГБО величина St_{O_2} у пациентов подгруппы А была 95 % и достоверно превышала аналогичный показатель пациентов подгруппы Б ($p = 0,019$). При этом оба показателя находились в пределах нормальных величин, а частота дыхания у пациентов обеих подгрупп была одинаковой, но достоверно сниженной на 19 % по отношению к норме (см. табл. 4). После шестого сеанса ГБО частота дыхания у пациентов обеих подгрупп становилась ниже исходного состояния на 30 % и 28 % соответственно (см. табл. 4). Сопоставление полученных данных позволяет говорить о том, что у пациентов подгруппы Б (с тяжелой степенью) перед шестым сеансом ГБО в легочной ткани сохраняются незначительные нарушения, не

позволяющие в постгипероксическом периоде обеспечить поддержание St_{O_2} при спонтанном дыхании без кислородной поддержки выше нижней границы нормы. Однако это не приводит пациентов данной подгруппы к компенсаторному увеличению частоты дыхания.

Как видно из табл. 5, на момент гипероксического воздействия содержание лейкоцитов у пациентов подгруппы Б (тяжелое состояние) достоверно превышало аналогичный показатель пациентов подгруппы А (состояние средней тяжести) на 27 %. Аналогичная зависимость развития лейкоцитоза от тяжести течения патологического процесса обнаружена другими исследователями [13]. В процессе курсового применения ГБО это различие нивелировалось. Перед шестым сеансом ГБО содержание лейкоцитов в крови у пациентов обеих подгрупп становилось достоверно ниже исходного состояния соответственно на 28 % и 32 % (см. табл. 5). Из этого следует, что ГБО оказывает ингибирующее влияние на содержание лейкоцитов в крови пациентов с SARS-CoV-2-ассоциированной пневмонией независимо от наличия или отсутствия лейкоцитоза на момент начала гипероксического воздействия, но при этом не вызывает развития лейкопении.

Применение ГБО не вызывало достоверных различий в изменении содержания тромбоцитов и активности трансаминаз у пациентов обеих групп исследования (см. табл. 5), что, вероятно, связано с большой вариацией исследуемых показателей как на момент начала курса ГБО, так и в процессе его проведения.

Как видно из табл. 5, на момент гипероксического воздействия не отмечено достоверного

Таблица 3

Количество больных COVID-19 с кислородной поддержкой в процессе проведения курса гипербарической оксигенации

Table 3

Number of COVID-19 patients with oxygen support during the course of hyperbaric oxygenation

Сатурация	КП/OS	1-й сеанс		3-й сеанс		6-й сеанс	
		до	после	до	после	до	после
Подгруппа А ($n = 10$)	ЭПК/ EOS	10	10	5	4	0	0
Подгруппа Б ($n = 10$)	ЭПК/ EOS	5	5	5	4	1	1
	НИВЛ/NIVL	5	5	1	1	0	0

Примечание. КП – кислородная поддержка; ЭПК – эндоназальная подача кислорода; НИВЛ – неинвазивная вентиляция легких

Note. OS – oxygen support; EOS – endonasal oxygen supply; NIVL – noninvasive ventilation of lungs

Таблица 4

Динамика сатурации, частоты дыхания и пульса у больных COVID-19 в процессе курса гипербарической оксигенации (M (Q₂₅; Q₇₅))

Table 4

Dynamics of saturation, respiratory rate and pulse in COVID-19 patients during the course of hyperbaric oxygenation (M (Q₂₅; Q₇₅))

Группа исследования	Сеанс					
	1-й		3-й		6-й	
	до	после	до	после	до	после
Сатурация, %						
Подгруппа А (n = 10)	91 [89;94]	99 [99;99]	94* [92;96]	99 [99;99]	97*▲ [96;97]	99 [99;99]
Подгруппа Б (n = 10)	91,5 [89;94]	99 [99;99]	95* [93;96]	99 [99;99]	95* [94;96]	99 [99;99]
Частота дыхания, мин						
Подгруппа А (n = 10)	23,5 [22;24]	21 [20;22]	22* [20;22]	20 [20;20]	19* [18;20]	16,5* [16;18]
Подгруппа Б (n = 10)	23,5 [23;24]	20,5 [20;22]	21,5* [20;22]	20* [19;20]	19* [18;20]	17* [16;17]
Частота пульса, мин						
Подгруппа А (n = 10)	82 [80;102]	86,5 [78;94]	88 [82;90]	91 [81;93]	86 [78;96]	87 [80;98]
Подгруппа Б (n = 10)	82 [73;95]	83 [75;92]	83 [74;90]	78▲ [74;84]	79 [78;92]	79 [72;98]

Примечание: *p < 0,05 – достоверность различий по сравнению с исходным состоянием (перед первым сеансом ГБО);

▲ p < 0,05 – достоверность различий между группами

Note: * p < 0.05 – the reliability of differences compared to the initial state (before the first HBO session); * p < 0.05 – the reliability of differences between groups

различия между содержанием СРБ у пациентов обеих подгрупп. Однако перед третьим сеансом ГБО содержание СРБ у пациентов подгруппы А было на 79 % ниже исходного состояния, тогда как у пациентов подгруппы Б достоверно не изменялось (см. табл. 5). Перед шестым сеансом содержание СРБ у пациентов обеих подгрупп было ниже исходного состояния соответственно на 86 % и 63 % (см. табл. 5). Полученные результаты свидетельствуют о том, что гипербарический кислород оказывает ингибирующее влияние на образование СРБ у больных SARS-CoV-2-ассоциированной пневмонией, которое быстрее наступает при средней степени тяжести (подгруппа А) патологического процесса в легких.

Как видно из табл. 5, у пациентов подгруппы А на момент начала курса ГБО содержание ферритина в крови достоверно превышало аналогичный показатель пациентов подгруппы Б

на 248 %. К шестому сеансу ГБО это различие исчезало, сопровождаясь достоверным снижением содержания ферритина в крови пациентов обеих подгрупп соответственно на 31 % и 38 % (см. табл. 3).

Обсуждение. Сопоставление полученных результатов с данными литературы [1–3] позволяет говорить о том, что у больных новой коронавирусной инфекцией COVID-19, осложнившейся развитием SARS-CoV-2-ассоциированной пневмонии, нарушается газообменная функция легких, проявляющаяся развитием рестриктивного типа дыхательной недостаточности, степень которой находится в прямой зависимости от объема поражения легочной ткани. Нарушение оксигенации крови при данном осложнении, проявляющееся развитием гипоксемии (снижением St_{O₂}), детерминирует необходимость восстановления

Таблица 5

Содержание лейкоцитов, тромбоцитов, С-реактивного белка, ферритина и активность трансаминаз в крови больных COVID-19 при гипербарической оксигенации (М (Q₂₅; Q₇₅))

Table 5

The content of leukocytes, platelets, C-reactive protein, ferritin and transaminase activity in the blood of COVID-19 patients with hyperbaric oxygenation (M (Q₂₅; Q₇₅))

Группа исследования	Перед первым сеансом ГБО (исходное состояние)	Перед третьим сеансом ГБО	Перед шестым сеансом ГБО
Лейкоциты · 10 ⁹ /л			
Подгруппа А (n = 10)	8,25 [7,20;10,20]	6,85 [5,70;10,00]	5,90* [5,20;8,00]
Подгруппа Б (n = 10)	10,5 [▲] [9,60;12,10]	9,2 [6,00;10,50]	7,1* [6,00;8,10]
Тромбоциты · 10 ⁹ /л			
Подгруппа А (n = 10)	253,5 [172,0;348,0]	226,0 [212,0;288,0]	207,0 [166,0;284,0]
Подгруппа Б (n = 10)	253 [205,0;320,0]	226,0 [196,0;255,0]	196,0 [166,0;301,0]
Аланинаминотрансфераза, ед/л			
Подгруппа А (n = 10)	64,0 [20,0;78,0]	62,0 [30,0;84,0]	48,0 [30,0;56,0]
Подгруппа Б (n = 10)	51,5 [26,0;93,0]	47,0 [24,0;68,0]	33,0 [22,0;55,0]
Аспартатаминотрансфераза, ед/л			
Подгруппа А (n = 10)	21,0 [17;42]	32,5 [20,0;57,0]	21,0 [18,0;47,0]
Подгруппа Б (n = 10)	25,0 [21,0;30,0]	23,0 [19,0;29,0]	21,5 [16,0;44,0]
С-реактивный белок, мг/л			
Подгруппа А (n = 10)	37,5 [3,0;50,0]	7,75 * [3,0;30,6]	5,15* [3,0;7,1]
Подгруппа Б (n = 10)	8,2 [4,0;37,0]	4,0 [3,0;31,2]	3,0* [3,0;7,1]
Ферритин, мкг/л			
Подгруппа А (n = 10)	1429,5 [884,0;1836,0]	1191,5 [1041,0;1546,0]	981,0* [778,0;1436,0]
Подгруппа Б (n = 10)	576 [▲] [362,0;971,0]	527 [▲] [307,0;636,0]	350,5* [202,0;479,0]

Примечание: * p < 0,05 – достоверность различий по сравнению с исходным состоянием (перед первым сеансом ГБО);

▲ p < 0,05 – достоверность различий между подгруппами

Note: * p < 0.05 – the reliability of differences compared to the initial state (before the first HBO session); * p < 0.05 – the reliability of differences between subgroups

кислородного снабжения больного организма через увеличение содержания кислорода во вдыхаемом воздухе. Однако, как показало наше исследование (см. табл. 1 и 2), традицион-

но применяемые при рестриктивном типе дыхательной недостаточности методы кислородной поддержки (ЭПК, НИВЛ, ИВЛ) оказались не в состоянии быстро обеспечить адекват-

ную оксигенацию организма при SARS-CoV-2-ассоциированной пневмонии и предотвратить ее прогрессирование у части больных COVID-19. В последнем случае это привело к летальному исходу (см. табл. 1).

Причина заключается в том, что ЭПК, НИВЛ и ИВЛ как методы кислородной поддержки носят исключительно заместительный характер. Повышая содержание кислорода во вдыхаемом воздухе, они не оказывают непосредственного влияния на патологические процессы, вызывающие нарушение газообменной функции легких [5]. На практике это проявляется либо длительной зависимостью пациента от кислородной поддержки, либо на ее фоне прогрессированием патологического процесса в легких (см. табл.1). Поэтому выявленные нами косвенные признаки (устранение лейкоцитоза, снижение степени гиперферритинемии и содержания СРБ) стихания воспалительного процесса в легочной ткани у пациентов контрольной группы COVID-19 к 14-м суткам нахождения в стационаре следует рассматривать как результат медикаментозной терапии, а не следствие устранения гипоксемии кислородной поддержкой больного организма.

Совсем иную картину мы видим при включении в лечение дыхательной недостаточности больных COVID-19 шестидневного курса ГБО. Как видно из табл. 3, по окончании 1, 3 и 6-го сеансов ГБО величина St_{O_2} составляла 99 %. Это указывает на полное устранение нарушения диффузии кислорода в пораженном легком через альвеолярно-капиллярную мембрану во время сеанса ГБО. Данный эффект достигается за счет такого повышения парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе, которого нельзя достичь в нормобарических условиях даже при дыхании 100 % кислородом. Следует заметить, что прекращение сеанса ГБО приводит к быстрому снижению St_{O_2} в результате десатурации организма [5]. При этом нередко величина St_{O_2} достигает исходно сниженного предгипероксического уровня [14, 15].

Однако реставрация гипоксии и гипоксемии в постгипероксическом периоде не влияет на саногенные процессы, запускаемые в больном организме гипербарическим кислородом [16, 17]. На это указывает и тот факт, что перед третьим сеансом ГБО величина St_{O_2} у пациентов обеих подгрупп достоверно превышала аналогичный показатель исходного предгипероксического состояния (см. табл. 4). Из этого следует, что ги-

пербарический кислород оказывает непосредственное влияние на патологические процессы, детерминирующие нарушение газообменной функции легких при SARS-CoV-2-ассоциированной пневмонии: восстанавливает диффузионную способность тонкой стороны альвеолярно-капиллярной мембраны и предотвращает развитие тромбоцитарной микроангиопатии в легочных сосудах [18].

Улучшение газообменной функции легких под влиянием гипербарического кислорода устраняло необходимость компенсаторного учащения дыхания, что проявлялось нормализацией частоты дыхания после шестого сеанса ГБО в обеих подгруппах оксигенированных пациентов (см. табл. 4). Что касается частоты пульса, то ее достоверного изменения в процессе курсового применения ГБО в исследуемых подгруппах нами не отмечено (см. табл. 4). Вероятная причина – индивидуальные особенности реакций хронотропных механизмов регуляции сердечного ритма на поражение SARS-CoV-2. Это, в свою очередь, будет детерминировать их реакцию как однократное, так и многократное гипероксическое воздействие. В то же время обнаруженное нами значимое снижение на 28 % после третьего сеанса ГБО частоты пульса у пациентов подгруппы Б относительно аналогичного показателя пациентов подгруппы А (см. табл. 2) предполагает различную чувствительность холинэргических механизмов регуляции сердечного ритма к трехкратному воздействию гипербарического кислорода. Отрицательный хронотропный эффект гипербарического кислорода реализуется через M_2 -холинэргические рецепторы сердечной мышцы [19].

Одним из важных показателей, характеризующих интенсивность развития системной воспалительной реакции в организме является уровень СРБ в крови [20]. Если учесть, что образование СРБ индуцируется интерлейкином-6, действие которого потенцируется интерлейкином-1 β [21], то полученные данные косвенно указывают на подавление выработки провоспалительных цитокинов у больных SARS-CoV-2-ассоциированной пневмонией под влиянием ГБО.

Обнаруженное нами снижение степени гиперферритинемии (см. табл. 5) в процессе применения ГБО, происходившее на фоне устранения гипоксемии (см. табл. 4), позволяет предположить торможение в условиях ГБО

повышенного образования ферритина в тонком кишечнике, которое, как известно, развивается при гипоксии [22]. При этом не исключается изменение под влиянием ГБО спектра ферритина, циркулирующего в крови, с Н-формы на L-форму. Последняя не обладает феррооксидазным свойством, приводящим к образованию кислородных радикалов [23]. В совокупности с ингибирующим влиянием гипероксии на образование СРБ и ферритина устранение лейкоцитоза у больных COVID-19 по завершении курса ГБО (см. табл. 5) позволяет говорить о регрессе воспалительного процесса в легочной ткани под влиянием гипербарического кислорода.

Заключение. Включение шестидневного курса ГБО (1,4 ата, 50 мин, один сеанс в сутки) в лечение больных новой коронавирусной инфекцией COVID-19 привело к устранению у 19 из 20 пациентов зависимости от постоянной кислородной поддержки к шестому сеансу ГБО. Это свидетельствует о высокой эффективности гипербарической кислородной терапии в лечении дыхательной недостаточности у данной категории пациентов. Сроки наступления способности больного SARS-CoV-2-ассоциированной пневмонией обходиться без постоянной подачи кислорода находились в прямой зависимости от степени поражения легких. В процессе кур-

сового применения ГБО снижается содержание в крови белков острой фазы ферритина и СРБ. При этом скорость снижения последнего находилась в обратной зависимости от тяжести патологического состояния. Что касается ингибирующего влияния гипероксии на содержание лейкоцитов в крови, то оно не зависело от наличия или отсутствия на момент начала ГБО лейкоцитоза. Однако выявленные изменения содержания лейкоцитов крови под влиянием гипероксии не выходили за нижнюю границу нормы. Это позволяет говорить о регулирующем влиянии гипербарического кислорода на данный показатель при SARS-CoV-2-ассоциированной пневмонии у больных COVID-19.

У больных COVID-19 контрольной группы, которым не применялась ГБО, зависимость от кислородной поддержки сохранялась к 7-м суткам лечения у 9 из 10 человек. При этом 2 из них находились на инвазивной вентиляции легких с последующим летальным исходом. К 14-м суткам лечения у оставшихся 8 пациентов контрольной группы кислородная поддержка сохранялась у 2. При этом у всех пациентов контрольной группы величина сатурации находилась в пределах нижней границы нормы и не происходило полной нормализации повышенного содержания в крови СРБ и ферритина.

Сведения об авторах:

Струк Юрий Владимирович — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой анестезиологии-реаниматологии и скорой медицинской помощи Института дополнительного профессионального образования федерального бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации; г. Воронеж, Студенческая ул., д. 10; e-mail: u_struk@mail.ru; ORCID 0000-0003-2012-8901; SPIN 7657-0922.

Савилов Павел Николаевич — доктор медицинских наук, профессор, врач - анестезиолог-реаниматолог Тамбовского областного государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Тамбовская центральная районная больница»; 392624, Тамбовская область, Тамбовский р-н, с. Покрово-Пригородное, Полевая ул., д. 4; e-mail: p_savilov@mail.ru; ORCID 0000-0003-0506-8939; SPIN 2394-0924.

Якушева Ольга Алексеевна — кандидат медицинских наук, доцент кафедры анестезиологии-реаниматологии и скорой медицинской помощи Института дополнительного профессионального образования федерального бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации; г. Воронеж, Студенческая ул., д. 10; e-mail: oy33@mail.ru; ORCID 0000-0003-1430-3099; SPIN- 7549-7026.

Вахтина Евгения Борисовна — ассистент кафедры анестезиологии-реаниматологии и скорой медицинской помощи Института дополнительного профессионального образования федерального бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации; г. Воронеж, Студенческая ул., д. 10; e-mail: vahtina.eva@mail.ru; ORCID 0000-0001-8612-807X; SPIN 6691-2255.

Ефремова Ольга Юрьевна — кандидат медицинских наук, заведующая отделением гипербарической оксигенации бюджетного учреждения здравоохранения Воронежской области «Воронежская областная клиническая больница № 1»; г. Воронеж, Московский просп., 151, корп. 1; e-mail: efremolga2@rambler.ru

Первеева Инна Михайловна — кандидат медицинских наук, врач-пульмонолог бюджетного учреждения здравоохранения Воронежской области «Воронежская областная клиническая больница № 1»; г. Воронеж, Московский просп., 151, корп. 1; e-mail: perveeva.inna@yandex.ru; ORCID 0000-0002-5712-9302

Вериковская Анна Викторовна — студент Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова» Министерства

здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), факультет: институт клинической медицины им. Н.В. Склифосовского, 6 курс; Москва, Трубетская ул., 8, стр. 2; e-mail: verikovskaia18@gmail.com

Information about the authors:

Yuri V. Struk — Dr. of (Sci.) Med., Professor, Head of the Department of Anesthesiology-Resuscitation and Emergency Medical Care of the Institute of Additional Professional Education of the Federal Budgetary Educational Institution of Higher Education “Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko” of the Ministry of Health of the Russian Federation; Voronezh, Studentskaya str., 10; e-mail: u_struk@mail.ru; ORCID 0000-0003-2012-8901; SPIN 7657-0922

Pavel N. Savilov — Dr. of (Sci.) Med., Professor, anesthesiologist-resuscitator of the Tambov Regional State Budgetary Healthcare Institution “Tambov Central District Hospital”; 392624, Tambov region, Tambov district, Pokrovo-Prigorodnoye village, Polevaya str., 4; e-mail: p_savilov@mail.ru; ORCID 0000-0003-0506-8939; SPIN 2394-0924.

Olga A. Yakusheva — Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Anesthesiology-Resuscitation and Emergency Medical Care of the IDPO of the Federal Budgetary Educational Institution of Higher Education “Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko” of the Ministry of Health of the Russian Federation Voronezh, Studentskaya str., 10; e-mail: oy33@mail.ru; ORCID 0000-0003-1430-3099; SPIN- 7549-7026.

Evgeniya B. Vakhitina — Assistant of the Department of Anesthesiology-Resuscitation and Emergency Medical Care of the IDPO of the Federal Budgetary Educational Institution of Higher Education “Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko” of the Ministry of Health of the Russian Federation; Voronezh, Studentskaya str., 10; e-mail: vakhitina.eva@mail.ru; ORCID 0000-0001-8612-807X; SPIN 6691-2255.

Olga Yu. Efremova — Cand. of Sci. (Med.), Head of the Department of Hyperbaric oxygenation of the Voronezh Region Budget Healthcare Institution “Voronezh Regional Clinical Hospital No. 1”; Voronezh, Moskovsky ave., 151, building 1; e-mail: efremolga2@rambler.ru

Inna M. Pervееva — Cand. of Sci. (Med.), pulmonologist of the Voronezh Region Budgetary Healthcare Institution “Voronezh Regional Clinical Hospital No. 1”; Voronezh, Moskovsky ave., 151, building 1; e-mail: perveeva.inna@yandex.ru; ORCID 0000-0002-5712-9302

Anna V. Verikovskaya — student of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “I. M. Sechenov First Moscow State Medical University” of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), Faculty: N.V. Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine, 6th year; Moscow, Trubetskaya str., 8, p. 2; e-mail: verikovskaia18@gmail.com

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Наибольший вклад распределен следующим образом: концепция и план исследования – Ю.В. Струк, П.Н. Савилов; сбор данных – О.А. Якушева, Е.Б. Вахтина, И.М. Первеева, О.Ю. Ефремова, А.В. Вериковская, статистическая обработка полученного материала – П.Н. Савилов; подготовка рукописи – Ю.В. Струк, П.Н. Савилов, О.А. Якушева, О.Ю. Ефремова.

Author contribution. All authors according to the ICMJE criteria participated in the development of the concept of the article, obtaining and analyzing factual data, writing and editing the text of the article, checking and approving the text of the article.

Special contribution: YuVS, PNS contribution to the concept and plan of the study. OAYa, EBV, IMP, OYuE, AVV contribution to data collection. YuS, PNS contribution to data analysis and conclusions. YuVS, PNS, OAYa, OYuE contribution to the preparation of the manuscript.

Соответствие принципам этики: Одобрение этического комитета не требовалось. Каждый респондент (испытуемый) дал добровольное согласие на обработку своих персональных данных в ходе проводимого исследования.

Adherence to ethical standards: The approval of the ethics committee was not required. Each respondent (subject) gave voluntary consent to the processing of their personal data during the study.

Потенциальный конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Disclosure. The authors declare that they have no competing interests.

Поступила/Received: 02.02.2023

Принята к печати/Accepted: 23.03.2023

Опубликована/Published: 30.06.2023

ЛИТЕРАТУРА/ REFERENCES

1. Guan W., Ni Z., Hu Yu., Liang W. Clinical characteristics of coron-avirus disease 2019 in China. *N. Engl. J. Med.*, 2020, Vol. 382, № 18, pp. 1708–1720. doi: 10.1056/NEJMoa2002032.
2. Joly B.S., Siguret V., Veyradier A. Understanding pathophysiology of hemostasis disorders in critically ill patients with COVID-19. *Intensive Care Med.*, 2020, Vol. 46, № 8, pp. 1603–1606. doi: 10.1007/s00134-020-06088-1.
3. Глыбочко П.В., Фомин В.В., Моисеев С.В. Исходы у больных с тяжелым течением COVID-19, госпитализированных для респираторной поддержки в отделения реанимации и интенсивной терапии // *Клиническая фармакология и терапия.* 2020. № 3. С. 25–36 [Glybochko P.V., Fomin V.V., Moiseev S.V. Outcomes in patients with severe COVID-19 hospitalized for respiratory support in intensive care units. *Clinical pharmacology and therapy*, 2020, No. 3, pp. 25–36 (In Russ.)]. doi: 10.32756/0869-5490-2020-3-25-36.
4. Henry B.M., Lippi G. Poor survival with extracorporeal membrane oxygenation in acute respiratory distress syndrome (ARDS) due to coronavirus disease 2019 (COVID-19): Pooled analysis of early reports // *J. Crit Care*, 2020, Vol. 58, pp. 27–28. doi:10.1016/j.jcrc.2020.03.01

5. Savilov P.N. On the possibility of using hyperbaric oxygenation in the treatment of SARS-CoV-2 infected patients. *Danish Scientific Journal*, 2020, Vol. 1, № 36, pp. 43–49.
6. Howell R.S., Criscitelli T., Woods J.S., Gillette B.M., Gorenstein S. Hyperbaric oxygen therapy: indications, contraindications, and use at a tertiary care center. *AORN J*, 2018, Vol. 107, № 4, pp. 442–453. doi:10.1002/aorn.1209
7. Thibodeaux K., Speyrer Z., Raza A. Hyperbaric oxygen therapy in preventing mechanical ventilation in COVID-19 patients: a retrospective case series. *Journal of Wound Care*, 2020, Vol. 29, Suppl. 5a, pp. S4–S8. doi:10.12968/jowc.202020.29.20Sup5a.S4.
8. Paganini M., Perozzo B.G., F.A.G. The role of hyperbaric oxygen treatment for COVID-19: a review. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 2020, Vol. 1289, pp. 27–35. doi: 10.1007/5584_2020_568.
9. Левина О.А., Евсеев А.К., Шабанов А.К. Безопасность гипербарической оксигенации при лечении COVID-19 // *Журнал им. Н.В. Склифосовского «Неотложная медицинская помощь»*. 2020. Т. 9, № 3. С. 14–19 [Levina O.A., Evseev A.K., Shabanov A.K. Safety of hyperbaric oxygenation in the treatment of COVID-19. *N.V. Sklifosovsky Journal «Emergency medical care»*, 2020, Vol. 9, No. 3, pp. 14–19 (In Russ.)]. doi: 10.23934/2223-9022-2020-9-3-314-320.
10. Ефремова О.Ю., Зайцев А.А., Золотухин О.В., Костина Н.Э. Опыт применения гипербарической оксигенации у кислородзависимых пациентов с тяжелыми формами коронавирусной инфекции // Сборник трудов XXX Национального конгресса по болезням органов дыхания с международным участием / под ред. А. Г. Чучалина. М., 2020. С. 113. [Efremova O.Yu., Zaitsev A.A., Zolotukhin O.V., Kostina N.E. The experience of using hyperbaric oxygenation in oxygen-dependent patients with severe forms of coronavirus infection. *Proceedings of the XXX National Congress on Respiratory Diseases with international participation* / edited by A.G. Chuchalin. Moscow, 2020, p. 113 (In Russ.)].
11. Гриппи М.А. Патология легких / пер. с англ. Ю. М. Шапкайца под ред. Ю. В. Наточина. 2-е изд., испр. М.; СПб.: БИНОМ, Невский Диалект, 1999. 344 с. [Grippi M.A. Pathophysiology of the lungs / translated from English by Yu.M. Shapkaits edited by Yu. V. Natchin. 2nd ed., ispr. Moscow; St. Petersburg: BINOM, Nevsky Dialect, 1999, 344 p. (In Russ.)]
12. Петриков С.С., Евсеев А.К., Левина О.А., Шабанов А.К., Горончаровская И.В., Потапова Н.А., Слободенюк Д.С., Гринь А.А. Эффективность включения гипербарической оксигенации в комплексную терапию пациентов с COVID-19: ретроспективное исследование // *Морская медицина*. 2022. Т. 8, № 3. С. 48–61. [Petrikov S.S., Evseev A.K., Levina O.A., Shabanov A.K., Goroncharovskaya I.V., Potapova N.A., Slobodeniuk D.S., Grin A.A. The effectiveness of the inclusion of hyperbaric oxygenation in the complex therapy of patients with COVID-19: retrospective study. *Marine medicine*, 2022, Vol. 8, No. 3, pp. 48–61 (In Russ.)]. doi: 10.22328/2413-5747-2022-8-3-48-61
13. Гребенникова И. В., Лидохова О. В., Макеева А. В. Возрастные аспекты изменения лейкоцитарных индексов при COVID-19 // *Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья*. 2022. № 87. С. 9–15. [Grebennikova I. V., Lidokhova O. V., Makeeva A.V. Age-related aspects of changes in leukocyte indices in COVID-19. *Scientific and Medical Bulletin of the Central Chernozem region*, 2022, No. 87, pp. 9–15 (In Russ.)].
14. Ефремова О.Ю. Гипербарическая и нормобарическая оксигенотерапия при патологии беременных. II. Гипербарическая оксигенация в комплексном лечении фетоплацентарной недостаточности // *Бюллетень гипербарической биологии и медицины*. 2004. Т. 12, № 3–4. С. 27–34. [Efremova O.Yu. Hyperbaric and normobaric oxygenotherapy in the pathology of pregnant women. II. Hyperbaric oxygenation in the complex treatment of fetoplacental insufficiency. *Bulletin of hyperbaric biology and medicine*, 2004, Vol. 12, No. 3–4, pp. 27–34 (In Russ.)].
15. Савилов П.Н. Кровоток и напряжение кислорода в печени при различных способах ее повреждения и гипероксии // *Патологическая физиология и экспериментальная терапия* 2020. Т. 64, № 2. С. 54–62 [Savilov P. N. Hepatic blood flow and oxygen tension in different types of liver damage and hyperoxia. *Patological and Experimental Therapy*, 2020, Vol. 64, No. 2, pp. 54–62 (In Russ.)]. doi: 10.25557/0031-2991.2020.02.54-62.
16. Леонов А.Н. *Гипероксия. Адаптация. Саногенез*. Воронеж: Издательство ВГМА. 2006. 190 с. [Leonov A.N. *Hyperoxia. Adaptation. Sanogenesis*. Voronezh: VGMA Publishing House, 2006, 190 p. (In Russ.)].
17. Савилов П.Н. Эффекты гипероксического последствие и постгипероксическое состояние организма // *Бюллетень гипербарической биологии и медицины*. 2006. Т. 14, № 1–4. С. 21–51. [Savilov P.N. Effects of hyperoxic aftereffect and posthyperoxic state of the organism. *Bulletin of hyperbaric biology and medicine*, 2006, Vol. 14, No.1–4, pp. 21–51 (In Russ.)].
18. Savilov P.N. Hyperoxic sanogenesis of lungs Gas exchange function in SARS-CoV2-associated pneumonia. *Norwegian Journal of development of the international Science*, 2021, Vol. 65, № 1, pp. 29–40. doi:10.24412-3453-9875-2021-65-1-29-40
19. Savilov P.N. Forms of Adaptation to Hyperoxia. *Norwegian Journal of development of the international Science*, 2021, Vol. 1, № 55, pp. 26–32. doi:10.24412/3453-9875-2021-55-1-26-32
20. Наумов А.В., Арцименя Л.Т., Биндич Е.Ю., Наумова Н.В. С-реактивный белок // *Журнал Гродненского медицинского университета*. 2010. № 4. С. 3–10. [Naumov A.V., Artsimenya L.T., Bindich E.Yu., Naumova N.V. S-reactive protein. *Journal of Grodno Medical University*, 2010, No. 4, pp. 3–10. (In Belorus)].
21. Kushner I., Jiang S.L., Zhang D., Lozanski G., Samols D. Do post-transcriptional mechanisms participate in induction of C-reactive protein and serum amyloid A by IL-6 and IL-1. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 1995, Vol. 762, pp. 102–107. doi: 10.1111/j.1749-6632.1995.tb32318.x
22. Орлов Ю.П., Иванов А.В., Долгих В.Т. Нарушение обмена железа в патогенезе критических состояний (экспериментальное исследование) // *Общая реаниматология*. 2011. Т.7, № 5. С. 15–19 [Orlov Yu.P., Ivanov A.V., Dolgikh V.T. Impaired Iron Metabolism in the Pathogenesis of Critical Conditions (an Experimental Study). *General resuscitation*, 2005, Vol. 1, № 5, pp. 5–12 (In Russ.)].
23. Finazzi D., Arosio P. Biology of ferritin in mammals: an update on iron storage, oxidative damage and neurodegeneration. *Arch Toxicol*, 2014, Vol. 88, № 10, pp. 1787–802. doi:10.1007/s00204-014-1329-0

УДК: 577.115.3; 356/359; 159.91
<https://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-2-68-76>

РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ПРОФИЛЯ ЖИРНЫХ КИСЛОТ КРОВИ СОТРУДНИКОВ СИЛОВЫХ ВЕДОМСТВ

^{1,2}А.Ю. Людина*, ^{1,2}О.И. Паршукова, ^{1,2}Е.Р. Бойко

¹ Институт физиологии Федерального исследовательского центра Коми научного центра УрО
РАН, г. Сыктывкар, Россия

² Сыктывкарский государственный университет им. П. Сорокина, г. Сыктывкар, Россия

ВВЕДЕНИЕ: Изучение профиля жирных кислот (ЖК) как энергетического и функционального звена физической работоспособности у представителей силовых структур на разных этапах несения службы представляется весьма актуальным.

ЦЕЛЬ: Оценить влияние боевого стресса на профиль ЖК крови сотрудников силовых структур.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ: Ретроспективно проведен анализ профиля ЖК плазмы крови у 25 сотрудников отряда специального назначения ОМОНа до и после 4-месячной служебной командировки по выполнению специального задания, связанного с риском для здоровья и жизни. Группа сравнения ($n = 12$) – военнослужащие МЧС. Уровень пула ЖК в общих липидах плазмы крови определяли методом газовой хроматографии.

РЕЗУЛЬТАТЫ: При первичном обследовании сотрудников спецназа выявлена более высокая доля гиперхолестеринемичной миристиновой кислоты в обеих группах относительно рекомендуемой нормы. Уровень этой кислоты у сотрудников ОМОНа составлял в среднем 1,5 mol % и был значимо выше, чем у мужчин группы сравнения ($p = 0,028$). Установлен сниженный относительно фоновых значений уровень эссенциальных n-3 полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) в плазме крови (α -линоленовой и эйкозапентаеновой) у сотрудников ОМОНа на фоне высокой доли n-6 линолевой кислоты, о чем свидетельствует высокое значение индекса n-6/n-3 – 13,8/1 (при рекомендуемых нормах ВОЗ 5–7/1). Повторное обследование сотрудников ОМОНа, проведенное после командировки, показало значимое снижение уровня насыщенных ($p = 0,040$) и эссенциальных n-3 докозагексаеновой ($p < 0,001$) и α -линоленовой кислот ($p = 0,003$) в липидах крови у 92 % и 68 % обследуемых соответственно. При этом доля докозагексаеновой кислоты в крови обратно коррелировала с показателем личностной тревожности (тест Спилбергера–Ханина) ($r = -0,32$; $p = 0,028$).

ОБСУЖДЕНИЕ: Профессиональная деятельность сотрудников силовых ведомств и наличие регулярного психоэмоционального напряжения наиболее значимо оказывают влияние на эссенциальное звено жирных кислот. Проведенное исследование свидетельствует о необходимости оптимизации рациона питания сотрудников отдела специального назначения и дополнительного приема препаратов, в том числе обогащенных n-3 ПНЖК.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: морская медицина, жирные кислоты, n-3 докозагексаеновая кислота, α -линоленовая кислота, боевой стресс, бойцы ОМОНа; сотрудники МЧС, функциональное состояние

*Для корреспонденции: Людина Александра Юрьевна, e-mail: salu_06@inbox.ru

*For correspondence: Alexandra Yu. Lyudinina, e-mail: salu_06@inbox.ru

Для цитирования: Людина А.Ю., Паршукова О.И., Бойко Е.Р. Ретроспективный анализ профиля жирных кислот крови сотрудников силовых ведомств // *Морская медицина*. 2023. Т. 9, No. 2. С. 68–76, doi: <https://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-2-68-76> EDN: <https://elibrary.ru/MYQLYD>

For citation: Lyudinina A.Yu., Parshukova O.I., Boyko E.R. Retrospective analysis of blood fatty acids profile on member of the military // *Marine medicine*. 2023. Vol. 9, No. 2. P. 00–00, doi: <https://doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-2-68-76> EDN: <https://elibrary.ru/MYQLYD>

© Авторы, 2023. Издатель ООО Балтийский медицинский образовательный центр. Данная статья распространяется на условиях «открытого доступа», в соответствии с лицензией ССВУ-NC-SA 4.0 («Attribution-NonCommercial-Share-Alike» / «Атрибуция-Некоммерчески-Сохранение Условий» 4.0), которая разрешает неограниченное некоммерческое использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии указания автора и источника. Чтобы ознакомиться с полными условиями данной лицензии на русском языке, посетите сайт: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.ru>

RETROSPECTIVE ANALYSIS OF BLOOD FATTY ACIDS PROFILE ON MEMBER OF THE MILITARY

^{1,2} Alexandra Yu. Lyudinina*, ^{1,2} Olga I. Parshukova, ^{1,2} Evgeny R. Bojko

¹ Department of Ecological and Medical Physiology Institute of Physiology, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia

² Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, Syktyvkar, Russia

INTRODUCTION: The study of the profile fatty acids (FA) as an energy and functional link of physical performance among enforcement agencies seems to be very relevant.

OBJECTIVE: Assessment of the blood FA profile of the body of military before and after a 4-month special duty associated with health and life risks.

MATERIALS AND METHODS: This prospective, between-subjects, repeated measures, study was conducted during 2014 year. 25 OMON fighters of the Komi Republic were examined before the trip and after a 4-month trip to the North Caucasus, where they constantly experienced combat stress. As a comparison group - employees of the Ministry of Emergency Situations (12 man). The level of FAs pool in total blood plasma lipids was determined by gas chromatography.

RESULTS: During the initial examination of OMON fighters, a higher proportion of hypercholesterolemic myristic acid was revealed in both groups relative to the recommended norms. Its level was significantly higher in the special forces group and averaged 1.5 mol% ($p = 0.028$). The level of essential n-3 polyunsaturated fatty acids (PUFAs) in the blood plasma (α -linolenic and eicosapentaenoic acids) reduced relative to the baseline values in the participants against the background of a high proportion of linoleic acid was established, as evidenced by the high value of the n6/n3 index - 13.8 / 1 at the recommended standards of WHO 5- 7/1. A re-examination of OMON officers conducted after a trip showed a significant decrease in the level of saturated ($p=0.040$) and essential n-3 docosahexaenoic ($p=0.000$) and α -linolenic acids ($p=0.003$) in blood lipids in 92% and 68% of the subjects respectively. At the same time, the proportion of docosahexaenoic acid in the blood negative correlated with the indicator of personal anxiety ($r = -0.32$; $p=0.028$).

DISCUSSION: The professional activity of military and the presence of regular psycho-emotional stress most significantly affect the essential part of fatty acids. The conducted study indicates the need to optimize the diet of participants and additional intake of food supplement, n-3 PUFAs enriched.

KEYWORDS: marine medicine, fatty acids, n-3 docosahexaenoic acid, α -linolenic acid, combat stress, OMON fighters; employees of the MES, functional state

Введение. Профессиональная деятельность специалистов силовых министерств и ведомств зачастую протекает в экстремальных условиях с реальной витальной угрозой. Организм военнослужащего испытывает повышенное функциональное напряжение, приводящее к изменению нервной и эндокринной регуляции, уменьшению энергетических резервов и неблагоприятным метаболическим сдвигам [1, 2]. Для сотрудников силовых ведомств, принимавших участие в боевых операциях (Афганистан, Иран), характерны метаболические нарушения с превалированием катаболических реакций и различные психические отклонения (например, посттравматическое стрессовое расстройство) [3, 4].

В настоящее время признана потенциальная польза оптимального состава пищевых жиров для здоровья и функционального состояния организма военнослужащих [2,5]. Жирные кислоты (ЖК) и их производные – фосфолипиды – являются не только структурным компонентом центральной нервной системы и медиаторами биологических сигналов, но и важнейши-

ми участниками функциональной активности. Особая роль среди хорошо зарекомендовавшей себя нутритивной поддержки в последнее время придается полиненасыщенным жирным кислотам (ПНЖК) [6, 7]. Из классов n-3 и n-6 ПНЖК являются незаменимыми ЖК, то есть не могут быть синтезированы в организме человека, лишь в ограниченном количестве взаимопревращаются и должны поступать с питанием или пищевыми добавками [8]. Незаменимые n-3 и n-6 ПНЖК играют важную роль в различных физиологических функциях, однако их эффекты носят противоположный характер [9].

Показано, что уровни n-3 и n-6 ПНЖК в организме военнослужащих ассоциированы с когнитивными функциями и психологическим здоровьем. Так, данные о самоубийствах среди военнослужащих США выявили дефицит потребления n-3 ПНЖК, при этом внимание обращено на необходимость четко спланированных интервенционных исследований [4, 10]. Данные нескольких метаанализов проспективных когортных исследований указывают на то, что использование средиземноморской

диеты (высокие уровни n-3 ПНЖК, такие как эйкозапентаеновая (ЭПК) и докозагексаеновая (ДГК) кислоты) снижает риск клинической депрессии, показывает эффективность при синдроме дефицита внимания и гиперактивности у военнослужащих [4]. Кроме того, известно об энергетической роли эссенциальных жиров в повышении физической работоспособности (ФР) [7,11]. Так, показана ассоциация между недостаточностью потребления эссенциальной α -линоленовой кислоты (ЛНК) и скоростью окисления жира и в целом низкой аэробной работоспособностью [7]. Единичные данные литературы [2] о содержании ЖК в крови профессиональных военнослужащих свидетельствуют об актуальности и новизне изучаемой темы. Следовательно, можно предположить, что боевой стресс способен приводить к формированию эссенциальных дефицитов липидного профиля военнослужащих.

Цель. Оценить влияние боевого стресса на профиль жирных кислот крови сотрудников силовых структур.

Материалы и методы. В ретроспективном когортном исследовании приняли участие представители силовых ведомств (работники штаба МЧС и оперативный состав) ($n = 37$). Выбранные контингенты близки по организации образа жизни, но имеют разный уровень стресса.

Дважды обследованы 25 сотрудников отряда специального назначения (ОМОН): до командировки (ноябрь) и после командировки (март), в которой они находились в условиях угрозы не только здоровью, но и жизни, то есть постоянно переживали стресс. Это были практически здоровые мужчины – жители разных районов Республики Коми. Средний возраст испытуемых составил $34,9 \pm 0,9$ года, рост – $178,3 \pm 1,1$ см, масса тела – $89,1 \pm 2,8$ кг, индекс массы тела – $28,0 \pm 0,8$ кг/м².

В качестве группы сравнения были выбраны работники штаба МЧС: операторы, которые находились на рабочем месте ($n = 12$), средний возраст составил $33,9 \pm 1,9$ года, рост – $173,8 \pm 1,2$ см, масса тела – $84,6 \pm 3,1$ кг, индекс массы тела – $27,9 \pm 0,7$ кг/м².

Критериями допуска к исследованию являлись наличие военной специализации, отсутствие острых и хронических заболеваний и признаков ОРВИ. Некоторые из обследуемых принимали витаминные комплексы, не содержащие n-3 ПНЖК. Протоколы исследования

(от 01.11.2013 и 28.12.2022) рассмотрены и одобрены локальным комитетом по биоэтике Института физиологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, обследуемые дали информированное согласие на участие. Все процедуры проведены в соответствии с этическими стандартами Хельсинкской декларации.

Анализ профиля жирных кислот в крови. Определение содержания ЖК в плазме крови методом газовой хроматографии является наиболее надежным биомаркером потребления ЖК и функционального состояния организма человека. Данный метод отличается универсальностью, высокой чувствительностью, точностью и позволяет быстро выявлять изменения в составе органических соединений в различных биологических жидкостях человека, а значит получать наиболее комплексные и информативные данные.

Взятие венозной крови осуществляли натощак в покое. Уровень общего пула ЖК в общих липидах (фракция включает неэтерифицированные ЖК, фосфолипиды, триглицериды и этерифицированный холестерин) плазмы крови определяли методом газовой хроматографии («Кристалл 2000М» с пламенно-ионизационным детектором на капиллярной колонке SupelcoWAX в режиме программирования температуры) с предварительным экстрагированием липидов по методу Фольча и получением метиловых эфиров ЖК. Идентификацию ЖК осуществляли с использованием стандартов фирмы Sigma. Количественный расчет уровней ЖК проводили методом абсолютной градуировки в программе «Аналитик 1.21» (ЗАО СКБ «Хроматэк», Йошкар-Ола). Содержание индивидуальных ЖК представлено в % от общего пула ЖК. В качестве нормы взяты референсные значения [12].

Статистическую обработку результатов осуществляли при помощи программы Statistica (версия 8.0, StatSoft, Inc. 2007). Учитывая немногочисленность исследуемых выборок и существенные индивидуальные различия в значениях определяемых показателей, проводили проверку данных на характер распределения (критерий Шапиро–Уилка). Поскольку полученные данные не подчинялись нормальному закону распределения, использовали непараметрические методы сравнения – U -критерий Манна–Уитни и T -критерий Вилкоксона. Результаты представлены в виде $X \pm SD$. Критерии

тическим уровнем значимости статистических гипотез считали $p < 0,05$. Взаимосвязь признаков оценивали с помощью метода ранговой корреляции Спирмена.

Результаты. Полученные результаты по профилю ЖК в плазме крови обследуемых групп представлены в табл. 1.

Сравнение профиля ЖК плазмы крови у представителей обеих групп выявило, что большинство исследуемых показателей находилось в пределах общепринятых нормативов [12] (см. табл. 1). Отмечено более высокое содержание миристиновой (С14 : 0) и n-6 линолевой кислот (С18 : 2) относительно рекомендуемой нормы в обеих группах. При этом, несмотря на аналогичные значения возраста, массы тела и ИМТ, в обследуемых группах были выявлены вариации в содержании насыщенных и эссенциальных ЖК. У сотрудников спецназа доля миристиновой кислоты в плазме крови была значимо выше по сравнению с сотрудниками МЧС. Установлен более низкий уровень n-6 линолевой кислоты сотрудников спецназа на 15 % относительно группы сравнения. Среднее значение n-6 линолевой кислоты у сотрудников ОМОНа значимо ниже группы сравнения и составило $31,9 \pm 5,8 \text{ mol } \%$ (с лимитами 16,2–43,3 %). Также следует отметить существенный дефицит эссенциальной n-3 ЛНЖ (С18 : 3) у со-

трудников спецназа по сравнению со служащими МЧС, уровень которой находился на нижней границе нормы.

Повторное исследование среди сотрудников спецназа после командировки в целом выявило значимое снижение уровня насыщенных и полиненасыщенных ЖК, повышение индекса n-6/n-3 (табл. 2; рис. 1).

После командировки в условиях боевого стресса выявлено снижение в 1,5 раза уровня n-3 ЛНЖ (С18 : 3) ($p < 0,01$) и, что наиболее интересно, n-3 ДГЖ ($p < 0,001$) среди сотрудников МЧС ($0,8 \pm 1,3 \text{ mol } \%$), в отличие от фоновых значений этого показателя у сотрудников ОМОНа ($3,0 \pm 2,1 \text{ mol } \%$). Снижение доли ДГЖ в плазме крови военнослужащих после выполнения боевой задачи составило более 70 %.

При первичном обследовании сотрудников спецназа выявлен пониженный уровень эссенциальных n-3 ПНЖЖ в плазме крови (см. табл. 1), о чем свидетельствует высокое значение индекса n-6/n-3 – $13,8 / 1$ (с лимитами 2,8–29,5) для бойцов ОМОНа, а для сотрудников МЧС – $13,6$ (с лимитами 7,3–21,0) при рекомендуемых нормах ВОЗ 5–7/1 (см. рис. 1). После выполнения задания этот показатель у сотрудников спецназа вырос до значений $20,2/1$ (с лимитами 5,5–61,9).

Обсуждение. Сравнение профиля жирных кислот плазмы крови у представителей обеих

Таблица 1

Профиль жирных кислот плазмы крови в группах обследования ($X \pm SD$)/%

Table 1

Profile of plasma fatty acids in the study groups ($X \pm SD$)/%

Жирные кислоты (ЖК)	Спецназ	МЧС	p-уровень	Рекомендуемые нормы
Насыщенные ЖК				
Миристиновая, С14:0	$1,5 \pm 1,5$	$1,1 \pm 0,3$	0,044	0,8–1,0
Пальмитиновая, С16:0	$24,6 \pm 3,7$	$25,3 \pm 2,3$	0,283	23,0–30,0
Стеариновая, С18:0	$8,8 \pm 1,7$	$8,8 \pm 0,8$	0,973	8,0–15,0
Моноеновые ЖК				
Пальмитолеиновая, С16:1	$1,7 \pm 0,5$	$2,9 \pm 4,4$	0,161	1,5–2,8
Олеиновая, С18:1	$15,9 \pm 3,4$	$16,8 \pm 1,7$	0,353	12,0–19,5
Полиненасыщенные ЖК				
Линолевая, n-6 С18:2	$31,9 \pm 5,8$	$37,5 \pm 3,9$	0,005	19,4–30,5
Линоленовая, n-3 С18:3	$0,3 \pm 0,1$	$1,1 \pm 0,2$	0,000	0,3–0,6
Арахидоновая, n-6 С20:4	$6,3 \pm 1,5$	$7,0 \pm 1,8$	0,611	5,5–9,0
Эйкозапентаеновая, n-3 С20:5	$0,6 \pm 0,5$	$1,1 \pm 0,9$	0,149	1,0–2,10
Докозагексаеновая, n-3 С22:6	$3,0 \pm 2,1$	$1,5 \pm 0,4$	0,000	2,4–4,0

Таблица 2

Показатели состава жирных кислот плазмы крови у сотрудников спецназа на фоне боевого стресса (X±SD)

Table 2

Parameters of plasma fatty acids of military after combat stress (X±SD)

Жирные кислоты (ЖК)	До боевого стресса	После боевого стресса	p-уровень
Насыщенные ЖК	34,9 ± 6,6	30,4 ± 10,3	0,025
Миристиновая, C14:0	1,5 ± 1,5	0,9 ± 0,4	0,173
Пальмитиновая, C16:0	24,6 ± 3,7	23,0 ± 6,0	0,566
Стеариновая, C18:0	8,8 ± 1,7	7,8 ± 1,9	0,225
Моноеновые ЖК	17,6 ± 3,7	17,3 ± 5,7	0,776
Пальмитолеиновая, C16:1	1,7 ± 0,5	1,7 ± 0,8	0,718
Олеиновая, C18:1	15,9 ± 3,4	15,5 ± 5,3	0,798
Полиненасыщенные ЖК	42,3 ± 6,5	37,9 ± 9,9	0,038
Линолевая, C18:2 n6	31,9 ± 5,8	30,0 ± 8,1	0,003
Линоленовая, C18:3 n3	0,3 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,001
Арахидоновая, C20:4 n6	6,3 ± 1,5	6,2 ± 2,1	0,509
Эйкозапентаеновая, C20:5 n3	0,6±0,5	0,5±0,4	0,782
Докозагексаеновая, C22:6 n3	3,0±2,1	0,8±1,3	0,000

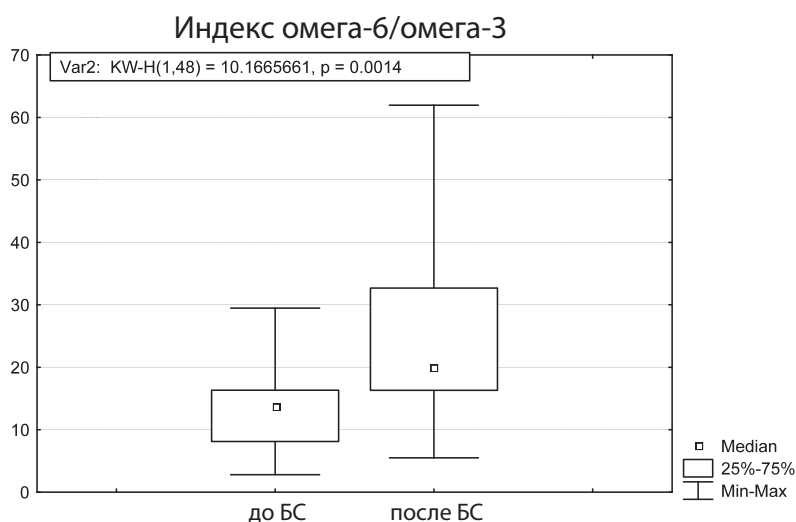


Рис. 1. Индекс n6/n3 в крови сотрудников спецназа до и после командировки (БС – боевой стресс).
Fig.1. n6/n3 index in the blood of military before and after a combat stress.

групп выявило, что большинство исследуемых показателей находилось в пределах общепринятых нормативов (см. табл. 1). При этом, несмотря на аналогичные значения возраста, массы тела и ИМТ, в группах были отмечены вариации в содержании насыщенных и эссенциальных ЖК. Установлено значимо более высокое содержание миристиновой кислоты в обеих группах. В тканях человека и животных эта кислота присутствует в относительно низких

концентрациях, в среднем 1 % от всей массы ЖК [13]. Результаты мета-анализа E. Fattore и соавт. [14] с участием 1526 добровольцев показывают, что основные пищевые насыщенные жиры (пальмитиновая, стеариновая, лауриновая и миристиновая кислоты) по-разному влияют на профиль липидов: миристиновая и лауриновая кислоты в большей степени повышают содержание всех фракций холестерина (например, общего холестерина, фракций холесте-

на липопротеинов низкой плотности (ЛПНП), липопротеинов высокой плотности (ЛПВП), триглицеридов, аполипопротеина А-I и аполипопротеина В), чем пальмитиновая кислота, а пальмитиновая кислота увеличивает все фракции холестерина больше, чем стеариновая кислота. Многофакторный регрессионный анализ выявил связь миристиновой ЖК с повышенным риском ИБС [13].

Известно, что уровень различных ПНЖК в крови и других тканях и органах человека напрямую зависит от питания [2, 15]. Особенность современной западной диеты, как отмечают многие исследователи, заключается в практически полном отсутствии n-3 ПНЖК в рационе, при этом потребление n-6 ПНЖК резко увеличено, что выражается в относительно высоком индексе n-3/n-6 ~ 10–20:1 [9]. ЛНЖ содержится в продуктах растительного происхождения, таких как льняное семя, грецкие орехи, рапсовое масло, и человеческий организм способен незначительно конвертировать ЛНЖ в длинноцепочечные ЭПК и ДГК (в среднем < 8 %). В основном n-3 ЭПК и ДГК содержатся в продуктах животного происхождения и в избытке присутствуют в жирной рыбе. n-6 ПНЖК включают линолевую и арахидоновую кислоты и находятся в большом количестве в соевом, кукурузном, подсолнечном, сафлоровом, хлопковом маслах и большинстве жиросодержащих продуктов [8].

Уровень n-6 линолевой кислоты как у сотрудников спецназа, так и сотрудников МЧС, находился на верхней границе рекомендуемой нормы. Основная роль линолевой кислоты в организме человека – биохимический предшественник физиологически важных длинноцепочечных ПНЖК, таких как арахидоновая кислота, с последующим синтезом провоспалительных эйкозаноидов (простагландин Е2), лейкотриена В4 и тромбоксана А4 [9, 13].

Содержание незаменимых n-3 ПНЖК в крови обследуемых также отличалось от рекомендуемых норм и с высокой степенью вероятности обусловлено рационом питания. Общеизвестно, что пониженный уровень n-3 ПНЖК в тканях организма человека коррелирует с сердечно-сосудистыми, неврологическими и прочими заболеваниями [9, 13]. Метаболизм n-3 ПНЖК в крови человека связан с образованием высокоактивных регуляторов – эйкозаноидов, обеспечивающих противовоспалительные эффекты, реализуемых посредством ингибирования

циклооксигеназы-2 и синтеза интерлейкина (ИЛ)-1, ИЛ-6, фактора некроза опухоли α (ФНО-α) и белков острой фазы, а также путем противодействия избыточной активности Т-лимфоцитов и клеток моноцитарного ряда [16]. Выраженный дефицит в крови ЭПК у обследуемых ($0,6 \pm 0,5 \text{ mol } \%$) может свидетельствовать об активном окислительном стрессе в организме, поскольку известно, что ЭПК ингибирует процессы перекисного окисления липидов в мембранных везикулах, а также ЭПК улучшает баланс между оксидом азота и пероксинитритом и действует синергетически со статинами [17]. Кроме того, ЭПК ослабляет индуцированное пальмитиновой кислотой образование АФК, экспрессию молекул адгезии и цитокинов, активацию связанных с апоптозом белков [18]. Механизм влияния ЭПК на развитие атеросклероза заключается в воздействии на эндотелиальную дисфункцию и окислительный стресс, а также в усилении синтеза эйкозаноидов (которые расширяют сосуды и уменьшают тромбообразование и воспаление), облегчении атерогенной дислипидемии [13].

Выявлен значимо более низкий уровень ДГК среди сотрудников МЧС ($1,5 \pm 0,4 \text{ mol } \%$), в отличие от нормальных значений этого показателя у сотрудников ОМОНа ($3,0 \pm 2,1 \text{ mol } \%$). ДГК (n-3 С22 : 6) имеет уникальную стереохимическую структуру, отличается наибольшей ненасыщенностью, обеспечивает эффективное проведение сигнала в нейронах, предотвращая спазмы сердца и сосудов, может оказывать антитромботическое, антиатерогенное, антиаритмическое и вазопротекторное действие [13]. ДГК снижает такие маркеры воспаления, как ИЛ-1β, ФНО-α и ИЛ-6. Имеются данные о том, что низкая концентрация ДГК может быть биомаркером эндотелиальной дисфункции [19].

Повторное обследование сотрудников спецназа после командировки выявило ухудшение функционального состояния по большинству показателей и почти двукратное увеличение числа лиц с истощением регуляторных систем. Биохимическая реакция на стресс проявлялась в сниженном уровне гамма-глутамилтрансферзы, повышенном содержании продуктов перекисного окисления (кротоновый альдегид и диеновые конъюгаты), что свидетельствовало об активизации процессов свободнорадикального окисления [1]. Согласно нашим данным, боевой стресс также отразился

на профиле ЖК обследуемых. В целом показано значимое снижение уровня насыщенных и полиненасыщенных ЖК, повышение индекса $n-6/n-3$ (см. табл. 2 и рис. 1).

Насыщенные ЖК (средне- и длинноцепочечные) могут быть эндогенно синтезированы в организме и традиционно являются основными кислотами, вовлеченными в энергообеспечение аэробных нагрузок средней интенсивности. Таким образом, значительное снижение доли насыщенных ЖК после боевого стресса, по-видимому, является прямым следствием изменения метаболизма ЖК, вероятно, в результате частичного поглощения этих ЖК мышцами из-за более высокого уровня физической активности и нервного напряжения обследуемых.

Соотношение $n-6/n-3$ более 8,0 в плазме крови (см. рис. 1), что наблюдается в нашем случае, является маркером сердечно-сосудистого риска [12], может приводить к развитию воспаления и повышенному свертыванию крови [9], а также увеличению тревожности и суицидальных мыслей [8]. Такая неблагоприятная динамика обусловлена в первую очередь снижением при проведении боевой операции доли эссенциальных $n-3$ докозагексаеновой и α -линоленовой кислот в липидах крови у 92 % и 68 % сотрудников соответственно (см. табл. 2).

Судя по табл. 2, следует отметить ключевое участие эссенциальных ЖК ($n-3$ докозагексаеновой и α -линоленовой кислот) в предотвращении негативного влияния боевого стресса на организм и здоровье военнослужащих. Учитывая плеiotропные эффекты данных эссенциальных $n-3$ ПНЖК и с учетом стандартизированного питания военных, можно предположить их участие в нейтрализации окислительного стресса, образовании противовоспалительных цитокинов и важной роли в качестве сигнальных молекул, а также участие в энергообеспечении ФР. Подробнее функциональная роль этих кислот в поддержании ФР была описана ранее [7, 11]. Механизмы действия $n-3$ ПНЖК различны, среди них стоит отметить повышение текучести клеточной мембраны, изменение работы ионных каналов и рецепторов, уменьшение продукции воспалительных эйкозаноидов, цитокинов и активных форм кислорода, способствующих иммуномодулирующему и противовоспалительному действию на организм [6,20]. Тем не менее до сих пор ведутся споры о высокой эффективности и эргогенных

свойствах добавок, содержащих $n-3$ ПНЖК среди спортсменов и военнослужащих [20, 21].

Исходя из установленных свойств $n-3$ ПНЖК в реализации нейрональных функций (в качестве компонентов нейрональных мембран и предшественников сильнодействующих нейротропных медиаторов), мы провели оценку связи показателей эмоциональной сферы с содержанием эссенциальных ЖК крови сотрудников. При корреляционном анализе было выявлено, что ЭПК в плазме крови сотрудников отдела специального назначения ассоциирована ($r = 0,32$; $p = 0,032$) с показателем активности, определяемом по методике «САН», а доля ДГК в крови обратно коррелировала с личностной тревожностью (тест Спилбергера–Ханина) ($r = -0,32$; $p = 0,028$). Показана благоприятная роль сочетаний данных кислот (ЭПК + ДГК) при различных психических нарушениях среди военных. Поперечное исследование, проведенное D.T. Johnston и соавт. [22], по уровням $n-3$ ПНЖК и нейрокогнитивным функциям среди военнослужащих с легкой или умеренной депрессией показало, что индекс омега-3 составлял $3,5 \pm 0,7$ % (диапазон от 1,7 до 5,7 %) и прямо коррелировал с когнитивной гибкостью [22]. Ряд авторов сообщили о связи между низкой долей ДГК и в целом $n-3$ ПНЖК в сыворотке крови и случаях самоубийств у военнослужащих США [4, 10].

Заключение. Таким образом, профессиональная деятельность сотрудников силовых ведомств (МЧС, ОМОНа) и наличие регулярного психоэмоционального напряжения ассоциированы с модификацией профиля жирных кислот плазмы крови, о чем свидетельствует высокое значение индекса $n-6/n-3 = 13,8/1$ при рекомендуемых нормах ВОЗ 5/1. Наиболее чувствительны к боевому стрессу незаменимые $n-3$ α -линоленовая и докозагексаеновая кислоты, уровень которых после командировки значимо ниже фонового в 1,5 и 3,5 раза соответственно. Проведенное исследование свидетельствует о необходимости оптимизации рациона питания сотрудников отдела специального назначения и дополнительного приема препаратов, в том числе обогащенных $n-3$ ПНЖК.

Ограничения исследования. Совместное изучение рациона питания и показателей физической работоспособности с липидными маркерами функционального состояния сотрудников силовых ведомств, несомненно, повысило бы качество и новизну исследования.

Сведения об авторах:

Людина Александр Юрьевна — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела экологической и медицинской физиологии Института физиологии ФИЦ Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, 167982, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, д. 50; e-mail: salu_06@inbox.ru; старший преподаватель кафедры биохимии и физиологии, Сыктывкарский государственный университет им. П. Сорокина, г. Сыктывкар, Россия. ORCID: 0000-0003-4849-4735

Паршукова Ольга Ивановна — кандидат биологических наук, научный сотрудник отдела экологической и медицинской физиологии Института физиологии ФИЦ Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук; 167982, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, д. 50; e-mail: olga-parshukova@mail.ru; доцент кафедры биохимии и физиологии, Сыктывкарский государственный университет им. П. Сорокина, г. Сыктывкар, Россия. ORCID: 0000-0003-1862-6936

Бойко Евгений Рафаилович — доктор медицинских наук, профессор, директор Института физиологии ФИЦ Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук; 167982, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, д. 50; e-mail: boiko60@inbox.ru; заведующий кафедрой биохимии и физиологии, Сыктывкарский государственный университет им. П. Сорокина, г. Сыктывкар, Россия. ORCID: 0000-0002-8027-898X

Information about the authors:

Alexandra Yu. Lyudinina — Cand. of Sci. (Biol.), Senior Researcher of the Institute of Physiology of the FIT Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; 167982, Syktyvkar, Pervomayskaya str., 50; e-mail: salu_06@inbox.ru; Senior Lecturer of the Biochemistry and Physiology Department, Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, Syktyvkar, Russia. ORCID: 0000-0003-4849-4735

Olga I. Parshukova — Cand. of Sci. (Biol.), Researcher of the Institute of Physiology of the FIT Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; 167982, Syktyvkar, Pervomayskaya str., 50, e-mail: olga-parshukova@mail.ru; Lecturer of the Biochemistry and Physiology Department, Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, Syktyvkar, Russia. ORCID: 0000-0003-1862-6936

Evgeny R. Bojko — Dr. of Sci. (Med.), Professor, Director of the Institute of Physiology of the FIT Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; 167982, Syktyvkar, Pervomayskaya str., 50, e-mail: boiko60@inbox.ru; Head of the Biochemistry and Physiology Department. Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, Syktyvkar, Russia. ORCID: 0000-0002-8027-898X

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Наибольший вклад распределен следующим образом: концепция и план исследования – А.Ю. Людина, Е.Р. Бойко; сбор данных – А.Ю. Людина, статистическая обработка полученного материала – О.И. Паршукова; подготовка рукописи – А.Ю. Людина.

Authors' Contributions All authors according to the ICMJE criteria participated in the development of the concept of the article, obtaining and analyzing factual data, writing and editing the text of the article, checking and approving the text of the article.

Special contribution: AYuL, ERB contribution to the concept and plan of the study. AYuL contribution to data collection. OIP contribution to data analysis and conclusions. AYuL contribution to the preparation of the manuscript.

Финансирование работы. Работа выполнена за счет средств субсидии на выполнение Государственного задания № ГР1021051201877-3-3.1.8 (2022–2026).

Funding. The study was carried out at the expense of subsidies for the implementation of State Assignment No. GR1021051201877-3-3.1.8 (2022–2026).

Этические нормы. Все исследования проведены в соответствии с принципами биомедицинской этики, сформулированными в Хельсинкской декларации 1964 г. и ее последующих обновлениях, и одобрены актами локального этического комитета Института физиологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН” (Сыктывкар) от 13.11.2013 и 28.12.2022гг.

Ethics approval and consent to participate. The subjects provided written informed consent to participate in the present study. The experimental protocol was in accordance with the Declaration of Helsinki. The study was designed and performed according to the guidelines of the Local Research Bioethics Committee of the Institute of Physiology of the Komi Scientific Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (approval dates 13.11.2013 and 28.12.2022).

Потенциальный конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests. The authors declared no conflict of interests.

Поступила/Received: 10.04.2023

Принята к печати/Accepted: 02.05.2023

Опубликована/Published: 30.06.2023

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Солонин Ю.Г., Варламова Н.Г., Вахнина Н.А., Логинова Т.П., Людина А.Ю., Марков А.Л., Потолицына Н.Н., Бойко Е.Р. Функциональное состояние бойцов ОМОН до и после командировки // *Морская медицина*. 2020. Т. 6, № 1. С. 64–73. [Solonin Yu.G., Varlamova N.G., Vakhnina N.A., Loginova T.P., Liudinina A.Yu., Markov A.L., Potolitsyna N.N., Bojko E.R. Functional state of OMON fighters before and after trip. *Marine Medicine*. 2020. Vol. 6. № 1. 64–73. (In Russ.)]. doi:10.22328/2413-5747-2020-6-1-64-73]

2. Bukhari A.S., Lutz L.J., Smith T.J., Hatch-McChesney A., O'Connor K.L., Carrigan C.T., Hawes M.R., McGra, S.M., Taylor K.M., Champagne C.M., et al. A Food-Based Intervention in a Military Dining Facility Improves Blood Fatty Acid Profile. *Nutrients*. 2022. Vol. 14. № 4. pp. 2–15. doi: 10.3390/nu14040743
3. Hoge C.W., Auchterlonie J.L., Milliken C.S. Mental health problems, use of mental health services, and attrition from military service after returning from deployment to Iraq or Afghanistan. *JAMA*. 2006. Vol. 295. № 9. P. 1023–1032.
4. Hibbeln J.R., Gow R.V. The Potential for Military Diets to Reduce Depression, Suicide, and Impulsive Aggression: A Review of Current Evidence for Omega-3 and Omega-6 Fatty Acids. *Military Medicine*. 2014. Vol. 179 (Issue suppl_11). P. 117–128. doi: 10.7205/MILMED-D-14-00153
5. Marriott B.P., Hibbeln J.R., Killeen T.K., Magruder K.M., Holes-Lewis K., Tolliver B.K., Turner T.H. Design and methods for the Better Resiliency Among Veterans and non-Veterans with Omega-3's (BRAVO) study: A double blind, placebo-controlled trial of omega-3 fatty acid supplementation among adult individuals at risk of suicide. *Contemp. Clin. Trials*. 2016. Vol. 47. P. 325–333.
6. Mickleborough T.D. Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids in Physical Performance Optimization // *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2013. No. 23. P. 83–96. doi: 10.1123/ijsnem.23.1.83
7. Lyudinina A., Bushmanova E., Varlamova N., Bojko E. Dietary and plasma blood α -linolenic acid as modulator of fat oxidation and predictor of aerobic performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2020. T. 17. Vol. 1. № 57. P. 1–7. doi: 10.1186/s12970-020-00385-2
8. Vannice G., Rasmussen H. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Dietary Fatty Acids for Healthy Adults. *J. Acad. Nutr. Diet*. 2014. Vol. 114. P. 136–153.
9. Simopoulos A.P. The omega-6/omega-3 fatty acid ratio, genetic variation, and cardiovascular disease. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*. 2008. Vol. 17. P.131–134.
10. Lewis M.D., Bailes J. Neuroprotection for the warrior: Dietary supplementation with omega-3 fatty acids. *Mil. Med*. 2011. Vol. 176, P. 1120–1127.
11. Бойко Е.Р. Физиолого-биохимические механизмы обеспечения спортивной деятельности зимних циклических видов спорта. Институт физиологии Федерального исследовательского центра Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Сыктывкар. 2019. 256 с. [Bojko E.R. Physiological and biochemical mechanisms for ensuring sports activities in winter cyclic sports: monograph, Institute of Physiology of the Komi Federal Research Center of the Russian Scientific Center of the Ural Branch of the Academy of Sciences. Syktyvkar. 2019. P. 256 (In Russ.)].
12. Hodson L., Skeaff C.M., Fielding B.A. Fatty acid composition of adipose tissue and blood in humans and its use as a biomarker of dietary intake. *Progress in Lipid Research*. 2008. Vol. 47. P. 348–380. doi: 10.1016/j.plipres.2008.03.003
13. Shramko V.S., Polonskaya Y.V., Kashtanova E.V., Stakhneva E.M. and Ragino Yu.I. The Short Overview on the Relevance of Fatty Acids for Human Cardiovascular Disorders. *Biomolecules*. 2020. Vol. 10. P. 1127. doi: 10.3390/biom10081127
14. Fattore E., Bosetti C., Brighenti F., Agostoni C., Fattore G. Palm oil and blood lipid-related markers of cardiovascular disease: a systematic review and meta-analysis of dietary intervention trials. *Am. J. Clin. Nutr*. 2014. Vol. 99. P. 1331–1350. doi: 10.3945/ajcn.113.081190
15. Marangonia F., Colomboa C., Martiello A., Negrib E., Gallia C. The fatty acid profiles in a drop of blood from a fingertip correlate with physiological, dietary and lifestyle parameters in volunteers. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*. 2007. Vol. 76. P. 87–92. doi: 10.1016/j.plefa.2006.11.004
16. Xi S., Pham H., Ziboh W. A 15-hydroxyicosatrienoic acid (15-HETRE) suppresses epidermal hyperproliferation via the modulation of nuclear transcription factor (AP-1) and apoptosis. *Arch Dermatol Res*. 2000. Vol. 292. No. 8. P. 397–403.
17. Mason R.P., Jacob R.F., Corbalan J.J., Malinski T. Combination Eicosapentaenoic Acid and Statin Treatment Reversed Endothelial Dysfunction in HUVECs Exposed to Oxidized LDL. *J. Clin. Lipidol*. 2014. Vol. 8. P. 342–343. doi: 10.1016/j.jacl.2014.02.074
18. Ishida T., Naoe S., Nakakuki M., Kawano H., Imada K. Eicosapentaenoic Acid Prevents Saturated Fatty Acid-Induced Vascular Endothelial Dysfunction: Involvement of Long-Chain Acyl-CoA Synthetase. *J. Atheroscler. Thromb*. 2015. Vol. 22. P. 1172–1185. doi: 10.5551/jat.28167
19. Yang Y.C., Lii C.K., Wei Y.L., Li C.C., Lu C.Y., Liu K.L., Chen H.-W. Docosahexaenoic acid inhibition of inflammation is partially via cross-talk between Nrf2/heme oxygenase 1 and IKK/NF- κ B pathways. *J. Nutr. Biochem*. 2013. Vol. 24. P. 204–212. doi: 10.1016/j.jnutbio.2012.05.003
20. Shei R.J., Lindley M.R., & Mickleborough T.D. Omega-3 polyunsaturated fatty acids in the optimization of physical performance. *Military Medicine*. 2014. Vol. 179 (11 Suppl.). P. 144–156. doi: 10.1123/ijsnem.23.1.83
21. Da Boit M., Hunter A.M., Gray S.R. Fit with good fat? The role of n-3 polyunsaturated fatty acids on exercise performance. *Metabolism*. 2017. No. 66. P. 45–54. doi: 10.1016/j.metabol.2016.10.007
22. Johnston D.T., Deuster P., Harris W.S., Macrae H., Dretsch M.N. Red blood cell omega-3 fatty acid levels and neurocognitive performance in deployed U.S. Servicemembers. *Nutr. Neurosci*. 2013. Vol. 16. pp. 30–38.

УДК 614.8.067

<https://doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-2-77-89>

ПРИМЕНЕНИЕ ОБЪЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНО ВАЖНЫХ КАЧЕСТВ ВОДОЛАЗОВ: РЕТРОСПЕКТИВНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

А.М. Андрийченко, П.А. Емушинцев*

198-й научно-исследовательский центр Министерства обороны Российской Федерации,
г. Севастополь, Россия

ЦЕЛЬ: Оценить профессионально важные качества водолазов посредством объективных методов диагностики, использование которых может быть рекомендовано для совершенствования мероприятий профессионально-психологического отбора.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ: В исследованиях приняло участие водолазное подразделение в количестве 16 человек в возрасте от 25 до 45 лет, имеющих стаж работы от 2 и до более 10 лет. Исследуемые специалисты мужского пола по состоянию здоровья, на основании ежегодного заключения военно-врачебной комиссии, годны к службе по специальности «водолаз» и допущены к водолажным спускам на глубины до 60 м. Для оценки личностных профессионально важных качеств (ПВК) применялись методики Ч.Д. Спилбергера, Ю.Л. Ханина, Г. Айзенка (EPi), К. Томаса, 16-факторный опросник Р. Кеттелла, Дж. Роттера (УСК). Для оценки интеллектуальных ПВК использовались методики Э. Шульте–Платонова, комплексный тест структуры интеллекта МИОМ. Психофизиологические ПВК оценивали с помощью методик теппинг-теста, ПЗМР в обработке Т.Д. Лоскутовой, теста «кольца Ландольта». Для подтверждения достоверности исследования апробацию методик проводили в 2 этапа (в летний и зимний периоды обучения).

РЕЗУЛЬТАТЫ: Сформирован подробный психологический портрет для специальности «водолаз», в котором отражены основные личностные, интеллектуальные и психофизиологические ПВК. Установлена тенденция к изменению интеллектуальных и психофизиологических ПВК с течением времени, что свидетельствует о взаимном влиянии ПВК и профессиональной (трудовой) деятельности. В свою очередь личностные ПВК остаются без изменений. В связи с этим апробированные методики могут быть рекомендованы для совершенствования мероприятий профессионально-психологического отбора, однако необходима разработка дополнительных методик для мониторинга успешности профессиональной (трудовой) деятельности.

ОБСУЖДЕНИЕ: Установлено, что для водолазов преобладающим типом темперамента являются сангвиники или флегматики, отличительная черта которых – сильная нервная система и высокая работоспособность. Ответственность, упорство, решительность, эмоциональная дисциплинированность способствуют снижению уровня конфликтности в коллективе при проведении водолажных работ, а также могут являться прогностическим показателем для определения успешности профессиональной деятельности.

Наблюдается общая тенденция средних значений в исследовании интеллектуальных способностей, однако высокий уровень объема и переключаемости внимания характеризуются высокой способностью воспринимать одновременно большое количество не связанных между собой объектов, что позволяет выполнять несколько задач одновременно и в экстремальной ситуации верно принять правильное решение.

Нисходящий и промежуточный типы нервной системы помогают выполнять монотонные задачи в течение длительного времени с минимальным количеством ошибок. Наблюдается сохранение работоспособности и выносливости, устойчивости к помехам, надежность в критических ситуациях. Специалисты могут работать в условиях стабильной деятельности с умеренной интенсивностью поступления информации до наступления утомления.

Подобный комплексный дифференцированный подход к изучению специальности «водолаз» позволяет грамотно систематизировать ПВК для совершенствования мероприятий профессионально-психологического отбора.

Ключевые слова: морская медицина, личностные, интеллектуальные и психофизиологические профессионально важные качества, профессионально-психологический отбор

© Авторы, 2023. Издатель ООО Балтийский медицинский образовательный центр. Данная статья распространяется на условиях «открытого доступа», в соответствии с лицензией CC BY-NC-SA 4.0 («Attribution-NonCommercialShare-Alike» / «Атрибуция-Некоммерчески-Сохранение Условий» 4.0), которая разрешает неограниченное некоммерческое использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии указания автора и источника. Чтобы ознакомиться с полными условиями данной лицензии на русском языке, посетите сайт: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.ru>

*Для корреспонденции: Андрийченко Анна Михайловна, e-mail: alteya555@gmail.com

*For correspondence: Anna M. Andrijchenko, e-mail: alteya555@gmail.com

Для цитирования: Андрийченко А.М., Емушинцев П.А. Применение объективных методов диагностики для оценки профессионально важных качеств водолазов: ретроспективное исследование // *Морская медицина*. 2023. Т. 9, № 2. С. 77-89, doi: <https://doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-2-77-89> EDN: <https://elibrary.ru/QPYTMV>

For citation: Andrijchenko A.M., Emushintsev P.A. Application of objective diagnostic methods to assess professionally important qualities of divers // *Marine Medicine*. 2023. Vol. 9, № 2. С. 77-89, doi: <https://doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-2-77-89> EDN: <https://elibrary.ru/QPYTMV>

APPLICATION OF OBJECTIVE DIAGNOSTIC METHODS IN EVALUATING PROFESSIONALLY IMPORTANT DIVER'S QUALITIES: RETROSPECTIVE STUDY

Anna M. Andrijchenko, Petr A. Emushintsev*

198th scientist-research center of the Ministry of defense of the Russian Federation, Sevastopol, Russia

OBJECTIVE: Evaluation of professionally important diver's qualities through objective diagnostic methods, the use of which may be recommended to improve activities of professional psychological selection.

MATERIALS AND METHODS: The study involved a diving unit in the amount of 16 people aged 25-45 years with work experience from 2 to more than 10 years. The studied men specialists, for health reasons, based on the annual military-medical commission, are fit to serve in the diver specialty and approved for diving descents to a depth of 60 meters. The following methods were used to evaluate personal professionally important qualities (further - PIQ): Ch.D. Spielberger, Yu.L. Hanin, G.Eysenck (EPI), C. Thomas, 16-factor personality questionnaire by Cattell, J.Rotter SCL. The following methods were used to evaluate intellectual PIQ: Schulte-Platonov, MIOM complex intelligence structure test. The following methods were used for evaluating psychophysiological PIQ: tepping-test, SVMR by T.D. Loskutova, "Landolt rings" test. The methods' testing was held in two stages to prove its reliability (in summer and winter periods of study).

RESULTS: The detailed psychological diver profile is formed that includes the main personal, intellectual and psychophysiological PIQ. There is a tendency of changing intellectual and psychophysiological PIQ during the time that indicates a mutual influence of PIQ and professional (labor) activity. In turn, personal PIQ remain unchanged. In this regard, the proven methods can be recommended to improve activities of professional psychological selection. However, it is necessary to develop additional ones for monitoring the success of professional (labor) activity.

DISCUSSION: It was found that diver's predominant type of temperament is sanguine or phlegmatic, the distinctive feature of which is the strong nervous system and high performance. Responsibility, perseverance, determination, emotional discipline helps to reduce the level of conflict in the team during diving operations, and also it can be a prognostic indicator to determine the success of professional activity.

There is a general tendency of average values in studying intellectual abilities, though a high level of amount and attention set-shifting are characterized by high ability to perceive both a large number of unrelated objects that allows to perform multiple tasks simultaneously and to make the right decision in an extreme situation.

Descending and intermediate type of nervous system allow to perform monotonous tasks long time with minimal errors. There is the maintenance of working capacity and endurance, resistance to interference, reliability in critical situations. Specialists can work in a stable environment with moderate information intensity prior to fatigue.

Such comprehensive differentiated approach to study the specialty of "diver" allows to organize PIQ properly to improve activities of professional psychological selection.

KEYWORDS: marine medicine, personal, intellectual and psychophysiological personally important qualities, professional psychological selection

Введение. Существующая более 20 лет система профессионально-психологического отбора (ППО) специалистов, имеющих штатные водолазные квалификации, показала свою эффективность, однако с появлением новых профилей деятельности водолазов возникает необходимость в ее совершенствовании и дополнении.

В настоящее время изменился характер и интенсивность проводимых водолазных работ. Более сложным стало водолазное снаряжение и оборудование, поступила на эксплуатацию принципиально новая техника (в том числе подводные робототехнические комплексы различных классов), увеличилось количество выполняемых под водой задач [1-3].

Таблица 1

Перечень профессионально важных качеств (ПВК) и методики для их выявления

Table 1

List of PIQ and methods for their detection

Группа ПВК	Исследуемые характеристики	Методика
Личностные	Уровень тревожности	Методика Ч.Д. Спилбергера, Ю.Л. Ханина
	Тип темперамента	Опросник Г. Айзенка (EPI)
	Стратегии поведения в конфликтных ситуациях	Методика К. Томаса
	Основные личностные и характерологические качества	16-факторный опросник Р. Кеттелла
Интеллектуальные	Уровень субъективного контроля	Методика Дж. Роттера УСК.
	Устойчивость динамического внимания и динамики работоспособности	Таблица Э. Шульте–Платонова
	Структура интеллекта	Комплексный тест структуры интеллекта МИОМ
Психофизиологические	Определение свойств нервной системы	Теппинг-тест
	Основные нервные процессы	ПЗМР в обработке Т.Д. Лоскутовой
	Устойчивость, объем и концентрация внимания	Тест «кольца Ландольта»

Соответственно появилась потребность в наличии у водолазов новых, соответствующих их деятельности профессионально важных качеств (ПВК)^{1, 2}.

Основным критерием ППО на данный момент является состояние здоровья кандидата, отбор ведется на «общих основаниях», без выявления ПВК. В системе психологического отбора не существует выделенных ПВК для специальности «водолаз». В связи с отсутствием в системе ППО конкретизированных ПВК изучение данного вопроса не теряет своей актуальности.

¹Караяни А.Г., Сулимова Ю.Г. Военная профессиология: Учебник. М.: ВУ. 2004. 276 с. [Karayani A.G., Sulimova Yu.G. Military Professiologia: Textbook. Moscow: VU, 2004, 276 pp. (In Russ.)].

²Караяни А.Г., Сыромятников И.В. Военная психология: учебник для специалистов психологической работы Вооруженных Сил Российской Федерации. М.: ВУ. 2016. С. 18–20 [Karayani A.G., Syromyatnikov I.V. Militari psychology: Textbook for specialists of psychological work of the Armed Forces of the Russian Federation. Moscow: V.Y., 2016, pp. 18–20 (In Russ.)].

Теоретически разработанная схема профессиографического исследования ПВК позволила более детально систематизировать имеющийся опыт в области профессиональной деятельности с учетом психофизиологических и психологических качеств, необходимых водолазам. Выделенные в результате теоретического исследования ПВК по личностным, интеллектуальным и психофизиологическим показателям нуждались в экспериментальном подтверждении с помощью объективных методов диагностики ПВК.

В настоящей статье представлены результаты оценки ПВК водолазов с помощью объективных методов диагностики, использование которых может быть рекомендовано для совершенствования мероприятий ППО.

Материалы и методы. В проводимых исследованиях приняло участие водолазное подразделение в количестве 16 человек в возрасте от 25 до 45 лет, имеющих стаж работы от 2 и до более 10 лет. На основании ежегодного заключения военно-врачебной комиссии исследуемые



Рис. 1. Обобщенные личностные показатели.

1 – сангвиник; 2 – флегматик; 3 – экстраверт; 4 – амбиверт; 5 – приспособление; 6 – сотрудничество; 7 – ответственность; 8 – самомнение; 9 – эмоциональный контроль; 10 – хитрость; 11 – предприимчивость; 12 – склонность к риску; 13 – импульсивность, волевые черты; 14 – коммуникативность; 15 – низкая мотивация; 16 – выдержка

Fig. 1. Generalized personality indicators

1 – sanguine; 2 – phlegmatic; 3 – extrovert; 4 – ambivert; 5 – adaptation; 6 – cooperation; 7 – responsibility; 8 – conceit; 9 – emotional control; 10 – cunning; 11 – enterprise; 12 – risk-taking; 13 – impulsivity, strong-willed traits; 14 – communication skills; 15 – low motivation; 16 – endurance

специалисты мужского пола по состоянию здоровья годны к службе по специальности «водолаз» и допущены к водолажным спускам на глубины до 60 м.

Для изучения были отобраны три группы теоретически выделенных ранее ПВК: личностные, интеллектуальные и психофизиологические [4, 5]. Их исследование проводилось с помощью комплекса диагностических методик с доказанной валидностью (табл. 1)³.

Результаты обрабатывали согласно выбранным методикам, их стандартизированной интерпретации и методом обобщения. Сумму полученных баллов переводили в процентную шкалу оценок. Показатели, полученные в результате исследования, обрабатывали с помощью программы «НС-Психотест», разработанной фирмой «Нейрософт». Для подтверждения достоверности исследования апробацию методик проводили в 2 этапа (в летний и зимний периоды обучения).

Результаты. Изучение ПВК специалистов водолажных специальностей посредством объективных методов диагностики позволило сформировать о них общее представление.

Обобщенные личностные ПВК: низкий уровень ситуативной и личной тревожности; типы

темперамента – сангвиник, флегматик; преобладают экстраверты и амбиверты; стратегия поведения в конфликтной ситуации – приспособление и сотрудничество; черты характера – предприимчивость, склонность к риску, импульсивность, добросовестность, настойчивость, ответственность, упорство, решительность, эмоциональная дисциплинированность, настойчивость в достижении цели, осторожность, самомнение, хитрость, наличие волевых черт, выдержка (рис. 1).

Обобщенные интеллектуальные ПВК: достаточный и средний уровни объема внимания; средний уровень распределения внимания; высокий уровень переключаемости внимания; при увеличении количества объектов внимания снижается уровень концентрации; средний уровень продуктивности мыслительных процессов; средний и низкий уровни логического мышления, осведомленности ума, способности к обобщению при спокойном темпе работы; наблюдается общая тенденция средних значений в исследовании интеллектуальных способностей (рис. 2).

Обобщенные психофизиологические ПВК: преобладающие типы нервной системы – низходящий, промежуточный, ровный; достаточный уровень работоспособности и лабильности при спокойном темпе работы; при увеличении нагрузки и темпа работы повышается рабо-

³Райгородский Д.Я. Практическая психодиагностика. Методики и тесты. М.: Бахрах-М, 2011 г. с. 672.



Рис. 2. Обобщенные интеллектуальные показатели

1 – объем внимания; 2 – распределение внимания; 3 – переключаемость внимания; 4 – продуктивность мыслительных процессов, логическое мышление; 6 – осведомленность ума; 7 – способность к обобщению

Fig. 2. Generalized intellectual indicators.

1 – volume of attention; 2 – distribution of attention; 3 – switchability of attention; 4 – productivity of thought processes, logical thinking; 6 – awareness of the mind; 7 – ability to generalize



Рис. 3. Обобщенные психофизиологические показатели.

1 – нисходящий тип нервной системы; 3 – промежуточный тип нервной системы; 3 – ровный тип нервной системы; 4 – работоспособность при спокойном темпе работы; 5 – работоспособность при добавлении нагрузки; 6 – продуктивность нервной системы; 7 – выносливость нервной системы; 8 – точность нервной системы

Fig. 3. Generalized psychophysiological indicators

1 – нисходящий тип нервной системы; 3 – промежуточный тип нервной системы; 3 – ровный тип нервной системы; 4 – работоспособность при спокойном темпе работы; 5 – работоспособность при добавлении нагрузки; 6 – продуктивность нервной системы; 7 – выносливость нервной системы; 8 – точность нервной системы

тоспособность, но увеличивается количество грубых нарушений; средний уровень продуктивности нервной системы; высокий и средний уровни выносливости нервной системы; средний и низкий уровни точности нервной системы; интегральный показатель работоспособности нервной системы был определен как средний (рис. 3).

При сравнительном анализе результатов двух этапов апробирования методик были установлены изменения показателей уровня

ситуативной тревожности, уровня логического мышления, объема памяти, осведомленности ума, отмечена смена стратегии поведения. Данный факт показывает, что под воздействием разнообразных факторов, ПВК специалистов могут изменяться в течение времени. Соответственно существует необходимость контроля вышеуказанных параметров на протяжении всей профессиональной (трудовой) деятельности с установленной периодичностью.

Обсуждение. Согласно методике диагностики самооценки Ч.Д. Спилбергера, Ю.Л. Ханина, у 75 % испытуемых отмечено низкое значение уровня ситуативной и личностной тревожности на момент исследования. Это свидетельствует об отсутствии состояния напряжения, беспокойства, нервозности, а также об отсутствии склонности воспринимать ситуацию угрожающе, тревожно. При этом 25 % испытуемых получили средние значения по тем же показателям, что свидетельствует об оптимальном индивидуальном уровне «полезной тревожности».

В результате изучения индивидуальных характеристик по опроснику Г. Айзенка (EPI) было выявлено, что 83 % испытуемых имеют тип темперамента сангвиник. Он характеризуется сильной нервной системой, хорошей работоспособностью, легкой переключаемостью от одной деятельности к другой, легкостью в переживании неудач. У 17 % испытуемых определен тип темперамента флегматик. Он отличается силой, работоспособной нервной системой, однако с трудом включается в другую работу и приспосабливается к новой обстановке, преобладает спокойное ровное настроение.

По шкалам интроверсия–экстраверсия было определено, что у 50 % испытуемых выражены черты экстравертированности, которые характеризуются общительностью, гибкостью поведения, большой инициативностью, но малой настойчивостью, высокой адаптированностью, способностью быстро принимать решения. Так, 8 % испытуемых имеют черты интровертированности, что выражается в меньшей общительности, осторожности, склонности к самоанализу, аккуратности и педантичности. У 42 %

испытуемых отмечены черты амбивертов, которым присущи и те, и другие черты.

По шкале нейротизма выявлено, что 100 % испытуемых обладают эмоциональной устойчивостью и стабильностью, не склонны к беспокойству, устойчивы к внешним воздействиям (рис. 5).

При исследовании склонности личности к конфликтному поведению по методике К. Томаса было определено, что у 42 % испытуемых ведущей стратегией поведения в конфликтной ситуации является приспособление. Оно характеризуется отсутствием соперничества, принесением в жертву собственных интересов ради другого. У 25 % ведущей стратегией поведения в конфликтной ситуации является сотрудничество, характеризующееся стремлением к аль-

Уровень ситуативной и личностной тревожности

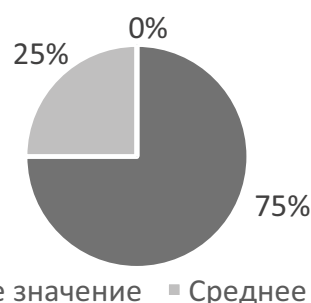


Рис. 4. Графическое отображение процентного соотношения показателя уровня ситуативной и личностной тревожности по методике Ч.Д. Спилбергера, Ю.Л. Ханина

Fig. 4. Graphical representation of the percentage ratio of the indicator of the level of situational and personal anxiety according to the method of C.D. Spielberger, Yu.L. Khanin



Рис. 5. Выраженные индивидуальные характеристики по опроснику Г. Айзенка Epi.

1 – сангвиник; 2 – флегматик; 3 – экстраверт; 4 – интроверт; 5 – амбиверт; 6 – отсутствие нейротизма

Fig. 5. Expressed individual characteristics according to the questionnaire of G. Aizenk Epi.

1 – sanguine; 2 – phlegmatic; 3 – extrovert; 4 – introvert; 5 – ambivert; 6 – lack of neuroticism



Рис. 6. Отражение ведущих стратегий поведения в конфликтной ситуации по методике К. Томаса.

1 – приспособление; 2 – сотрудничество; 3 – компромисс; 4 – соперничество

Fig. 6. Reflection of the leaders by the strategy of behavior in a conflict situation according to the methodology of K. Thomas.

1 – adaptation; 2 – cooperation; 3 – compromise, 4 – rivalry

тернативе, полностью удовлетворяющей интересы обеих сторон. У 17 % ведущей стратегией поведения в конфликтной ситуации является компромисс; 8 % прибегают к соперничеству, конкуренции с целью добиться удовлетворения своих интересов в ущерб другому; 8 % предпочитают вовсе избегать конфликтных ситуаций, что свидетельствует об отсутствии стремления к кооперации и отказ от тенденции к достижению собственных целей (рис. 6).

В результате изучения личностных особенностей испытуемых с помощью 16-факторного опросника Р. Кеттелла было выявлено: у 100 % испытуемых наиболее выраженным стал «фактор С», который характеризуется эмоциональной устойчивостью, выдержанностью, работоспособностью, способностью реально оценивать обстановку, управлять ситуацией; у 100 % испытуемых выражен «фактор Н», который характеризуется предприимчивостью, склонностью к риску, импульсивностью; у 92 % испытуемых выражен «фактор Q-3», который говорит о высоком самомнении, самоконтроле, наличии волевых черт, действиях по осознанному плану, контроле над эмоциями и поведением, целенаправленности, стремлении довести дело до конца; у 67 % испытуемых выражен «фактор Е», что свидетельствует о стремлении к доминированию, напористости, самоуверенности; у 50 % испытуемых выражен «фактор G», который характеризуется сильным характером, добросовестностью, настойчивостью, ответственностью, упорством, решительностью, эмоциональной дисциплинированностью, настойчивостью в достижении цели; у 42 % испытуемых выявлены высокие значения «фактора F», который харак-

теризуется импульсивностью, энергичностью, искренностью; у 17% испытуемых выявлены высокие значения «фактора N», что говорит о наличии таких черт характера, как хитрость, разумность, расчетливость, эмоциональная выдержанность, осторожность; у 59 % испытуемых наблюдаются низкие значения «фактора Q-4», что свидетельствует о низкой мотивации, расслабленности, лени, излишней удовлетворенности; у 33 % испытуемых выявлены низкие значения «фактора O», который говорит о самонадеянности, спокойствии, отсутствии чувствительности к одобрению или порицанию; у 9 % испытуемых наблюдаются низкие значения «фактора В», который отражает уровень интеллектуальных способностей (рис. 7).

По данным опросника, также наблюдаются общие тенденции средних значений в блоке интеллектуальных способностей, высокие значения в блоке эмоционально-волевых особенностей, высокие значения в блоке коммуникативных свойств и межличностных взаимодействий.

В результате использования методики диагностики уровня субъективного контроля Дж. Роттера (УСК) были получены результаты, представленные на рис. 8.

По шкале И(о) (общей интернальности) у 100 % испытуемых были выявлены средние значения уровня УСК, которые соответствуют среднему уровню субъективного контроля над значимыми ситуациями. Испытуемые чувствуют в какой-то мере собственную ответственность за происходящие события;

– по шкале И(д) (интернальности в области достижений) у 58 % выявлен высокий УСК, что указывает на высокий уровень контроля над

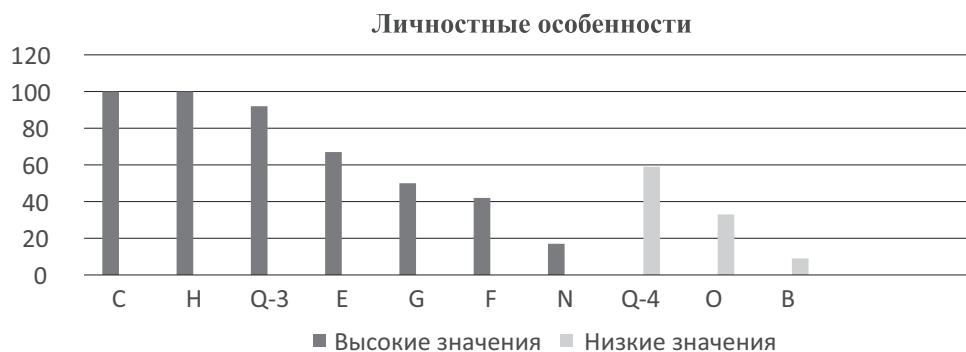


Рис. 7. Выраженные личностные особенности испытуемых с помощью 16-факторного опросника Р. Кеттелла

C – эмоциональная устойчивость; H – робость/смелость; Q-3 – самомнение; E – доминантность; G – самооценка; F – сдержанность/экспрессивность; N – дипломатичность; Q-4 – мотивация; O – самоуверенность; B – интеллект

Fig. 7. Expressed personal characteristics of the subjects with the help of a 16-factor questionnaire by R. Kettell.

C – emotional stability; H – timidity/courage; Q-3 – conceit; E – dominance; G – self-esteem, F - restraint/expressiveness; N - diplomacy; Q-4 – motivation; O – self-confidence, B - intelligence



Рис. 8. Графическое представление процентного соотношения уровня субъективного контроля по методике Дж. Роттера

Fig. 8. Graphical performance percentage co-relations level of subjective control by the method of J. Rotter

эмоционально положительными событиями и ситуациями. Это показывает, что испытуемые считают, что сами добились всего в жизни. У 42 % испытуемых средние значения УСК свидетельствуют о том, что они допускают стороннюю помощь в своих достижениях;

– по шкале И(н) (интернальности в области неудач) у 92 % выявлен средний УСК, что свидетельствует о средне развитом чувстве субъективного контроля по отношению к отрицательным событиям и ситуациям, умении сохранять баланс и не обвинять самого себя в разнообразных неприятностях. У 8 % выявлен высокий УСК, показывающий развитое чув-

ство субъективного контроля, что проявляется в склонности обвинять самого себя в разнообразных неприятностях и страданиях;

– по шкале И(с) (интернальности в семейных отношениях) у 58 % выявлены средние показатели УСК, что свидетельствует о среднем уровне ответственности за события, происходящие в семейной жизни. У 25 % высокий УСК, что характерно для людей, считающих себя ответственными за события, происходящие в его семье. У 17 % низкий УСК, указывающий, что испытуемые считают своих партнеров причиной значимых ситуаций, возникающих в семье;

– по шкале И(п) (интернальности в области производственных отношений) у 67 % были выявлены средние показатели УСК, это характерно для людей, считающих свои действия важным фактором организации собственной производственной деятельности в коллективе. У 33 % низкие показатели УСК указывают на то, что испытуемый склонен приписывать более важное значение внешним обстоятельствам (руководству, коллегам, случаю);

– по шкале И(м) (интернальности в области межличностных отношений) у 100 % испытуемых высокий показатель УСК, что говорит о наличии силы контролировать свои формальные и неформальные отношения с другими людьми, вызывать уважение и симпатию;

– по шкале И(з) (интернальности в отношении здоровья) у 92 % выявлены средние показатели УСК, свидетельствующие о сохранении баланса в отношении ответственности за здоровье. У 8 % высокий уровень УСК, характерный для людей, склонных обвинять себя и полагать, что выздоровление во многом зависит от их действий.

Данный тест перекликается с тестом Р. Кеттелла по ряду показателей, а именно: личностной самооценки, мотивированности, оценки достижений, что подтверждает достоверность результатов исследования.

Для оценки особенностей мышления использовался комплексный тест структуры интеллекта МИОМ. В результате исследования были получены следующие результаты:

– субтест «Логическое мышление» – у 58 % испытуемых показатель в пределах нормы, а у 42 % – низкий;

– субтест «Осведомленность ума» – у 66 % показатель в норме, у 17 % – высокий, а у 17 % – низкий;

– субтест «Способность к обобщению» показал, что у 75 % показатель в норме, у 17 % – высокий, а у 8 % – низкий.

В то же время при высоких и нормальных показателях наблюдается значительное увеличение времени выполнения тестов. Такая тенденция свидетельствует об успешности деятельности только в спокойных, размеренных условиях труда.

В результате изучения характеристик внимания с помощью методики «Таблицы Э. Шульте–Платонова» были выявлены следующие показатели (рис. 9):

– по шкале «объем внимания», которая характеризуется высокой способностью воспринимать одновременно большое количество не связанных между собой объектов, у 8 % испытуемых высокий уровень объема внимания, у 33 % достаточный уровень, у 42 % – средний уровень, а у 17 % – низкий;

– по шкале «распределение внимания», которая характеризуется в умении сосредоточиться на двух и более видах деятельности одновременно, у 17 % испытуемых выявлен достаточный уровень, у 66 % – средний уровень, у 17 % – низкий уровень. При этом отмечается, что при увеличении распределения внимания снижается уровень концентрации. Таким образом, средние величины показателя наиболее желательны;

– по шкале «переключаемость внимания», которая характеризуется целенаправленным

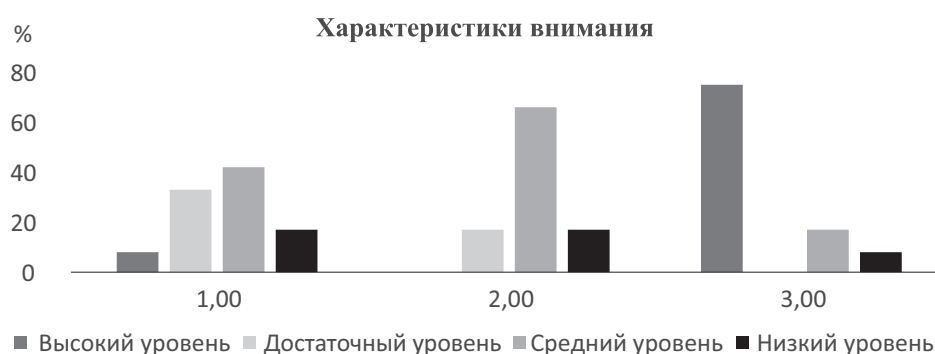


Рис. 9. Отражение процентного соотношения характеристик внимания с помощью методики «Таблицы Э. Шульте–Платонова».

1 – объем внимания, 2 – распределение внимания, 3 – переключаемость внимания

Fig. 9. Reflection of the percentage ratio of attention characteristics using the method of “E. Schulte–Platonov Tables”.

1 – the volume of attention, 2 – the distribution of attention, 3 – the switchability of attention

изменением внимания с одного объекта на другой, у 75 % испытуемых отмечен высокий уровень, у 17 % – средний и у 8 % – низкий уровень.

Важное значение при этом имеет количество допускаемых ошибок. В результате исследования 58 % испытуемых ошибки не допустили, у 17 % зафиксирован достаточный уровень, у 17% – средний уровень и у 8 % – низкий уровень ошибок.

Таким образом, анализ показателей говорит об устойчивости внимания и работоспособности в процессе выполнения заданий, несмотря на средний объем запоминания объектов, при условии, что задача выполняется в спокойном темпе работы.

Для диагностики свойств силы нервных процессов была использована методика «диагностики свойств нервной системы по психомоторным показателям (Теппинг-тест)». Основными понятиями в данном вопросе являются: выносливость нервной системы, слабость нервных процессов, лабильность нервной системы. Результаты исследования представлены на рис. 10. У 42 % выявлен нисходящий тип нервной системы: максимальный темп снижается уже со второго секундного отрезка и остается на сниженном уровне в течение всей работы. Этот тип свидетельствует о слабости нервной системы испытуемого;

у 33 % – промежуточный тип: темп работы снижается после первых 10–15 сек. Этот тип свидетельствует о средне-слабой нервной системе;

у 25 % – ровный тип: максимальный темп удерживается примерно на одном уровне в течение всего времени работы. Этот тип свидетельствует о средней силе нервной системы.

Также был выявлен достаточный уровень работоспособности и лабильности у 92 % испытуемых.

Таким образом, несмотря на преобладание нисходящего типа нервной системы, наблюдается сохранение работоспособности и выносливости.

В целях диагностики работоспособности испытуемых использовался тест «кольца Ландольта» (рис. 11). Было выявлено, что у 17 % испытуемых отмечены высокая скорость переработки информации, у 33 % – она была выше среднего, у 42 % – средняя и у 8 % – низкая.

По показателю средней продуктивности (Pt), который характеризуется количеством работы, выполненной в единицу времени, было выявлено:

у 42 % испытуемых показатель продуктивности выше среднего. Данный результат свидетельствует о достаточном уровне протекания мыслительных процессов и процессов переработки информации, что является основой для продуктивности, способности выполнять большое количество работы в единицу времени;

у 50 % – средний уровень, что свидетельствует о среднем уровне протекания мыслительных процессов и процессов переработки информации, средней продуктивности, способности выполнять меньшее количество работы в единицу времени;

у 8 % – низкий уровень продуктивности, что говорит об инертности нервной системы. Этот показатель ограничивает возможность выполнять задачи с высоким двигательным темпом.

По коэффициенту выносливости (Kp), который определяет способность людей к длительному поддержанию выявленного уровня продуктивности, было выявлено:

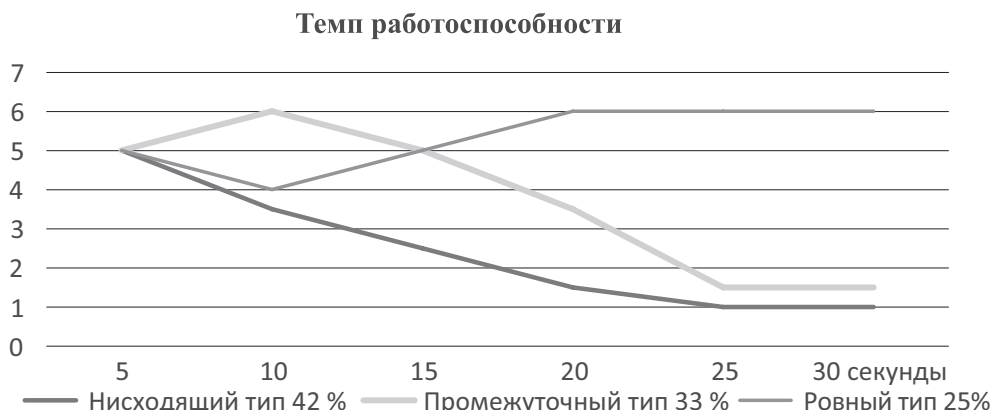


Рис. 10. Динамика темпа работоспособности
Fig. 10. Dynamics of the working capacity rate

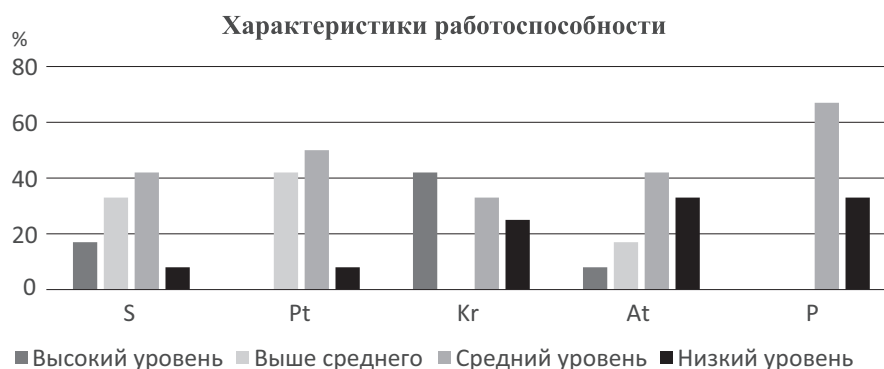


Рис. 11. Характеристика работоспособности испытуемых по тесту «кольца Ландольта».

S – скорость, Pt – продуктивность, Kr – выносливость, At – точность, P – работоспособность

Fig. 11. Characteristics of the working capacity of the subjects according to the “Landolt rings” test.

S – speed, Pt – productivity, Kr – endurance, At – accuracy, P – efficiency



Рис. 12. Уровень работоспособности и количества ошибок при увеличении темпа работы

Fig. 12. The level of efficiency and the number of errors with an increase in the pace of work

у 42 % – высокий уровень выносливости, то есть они сохраняют длительное время уровень продуктивности, проявляют устойчивость к помехам, надежность в критических ситуациях; у 33 % – средний уровень выносливости; у 25 % – низкий уровень выносливости характеризуется быстрой усталостью и снижением уровня продуктивности.

Таким образом, специалисты могут работать в условиях стабильной деятельности с умеренной интенсивностью поступления информации. Такой стиль позволяет компенсировать низкую выносливость многократным кратковременным отдыхом до наступления утомления.

По показателю средней точности (At), который определяет способность человека к безошибочному выполнению деятельности, было определено, что у 8 % – высокий уровень точности, у 17 % – выше среднего, у 42 % – средний уровень и у 33 % – низкий.

Следовательно, по интегральной оценке уровня работоспособности были получены сле-

дующие результаты: у 67 % – средний уровень работоспособности; у 33 % – низкий уровень работоспособности.

Для диагностики скорости простой сенсомоторной реакции использовали методику ПЗМР в обработке Т.Д. Лоскутовой. Изучаемые психофизиологические характеристики сенсомоторного реагирования используются в качестве способов оценки профессиональной пригодности и уровня работоспособности. Следует отметить, что в процессе исследования степень сложности проб повышалась. В результате было выявлено, что у 67 % испытуемых высокий уровень работоспособности, у 25 % – средний, а у 8 % – низкий. При этом фиксировалось, что у 75 % испытуемых проявляются грубые нарушения в выполнении заданий и только у 25 % данный показатель в норме (рис. 12).

Такое соотношение показателей говорит о том, что чем выше темп работы у испытуемых, тем больше они допускают ошибок.

Заключение. Оценка профессионально важных качеств водолазов позволила сформировать подробный психологический портрет водолаза как одного из основных предикторов в системе отбора и подготовки высококвалифицированных специалистов.

Отличительной особенностью личностных ПВК для данной специальности являются типы темперамента: сангвиник или флегматик, характеризующиеся сильной нервной системой, способностью переключаться от одной деятельности к другой, эмоциональной устойчивостью, наличием волевых черт. Устойчивость, достаточный уровень объема и переключаемость внимания, работоспособность в процессе выполнения задач сохраняются при условии, что задача выполняется в спокойном темпе. Выявленные нисходящий и промежуточный типы нервной системы, которые характеризуются снижением максимального темпа со второго секундного отрезка и остаются на сниженном уровне в течение всей работы, позволяют сохранять работоспособность и выносливость. Специалисты могут работать в

условиях стабильной деятельности с умеренной интенсивностью поступления информации. Такой стиль позволяет выполнить весь объем задач до наступления утомления без совершения ошибок.

Наблюдение за динамикой выявленных ПВК позволило установить, что под воздействием разнообразных факторов профессиональной деятельности, интеллектуальные и психофизиологические ПВК специалистов изменяются в течение времени. Данный факт говорит о необходимости контроля вышеуказанных параметров с установленной периодичностью, а также открывает новые возможности для дальнейших исследований.

Подобранный комплекс объективных диагностических методик позволяет оценить исследуемые ПВК и может рекомендоваться для включения в систему отбора кандидатов по специальности «водолаз». Однако в связи с изменениями ПВК появляется целесообразность регулярного их мониторинга и разработки новых методик для оценки успешности профессиональной деятельности.

Сведения об авторах:

Андрійченко Анна Михайловна – психолог, старший научный сотрудник 14-го научно-исследовательского отдела 1-го научно-исследовательского управления 198-го научно-исследовательского центра Министерства обороны Российской Федерации; 299024, г. Севастополь, ул. Эпроновская, д. 7; e-mail: alteya555@gmail.com; ORCID 0000-0001-8052-8718; SPIN 6466-2341

Емушинцев Петр Александрович – кандидат медицинских наук, майор медицинской службы, начальник 14-го научно-исследовательского отдела 1-го научно-исследовательского управления, врач специальной физиологии 198-го научно-исследовательского центра Министерства обороны Российской Федерации; 299024, г. Севастополь, ул. Эпроновская, д. 7; e-mail: petrosus-bs@yandex.ru; ORCID 0000-0002-5247-2160; SPIN 1368-6821.

Information about the authors:

Anna M. Andriychenko – psychologist, senior researcher 14th scientist-research department 1st scientist-research management 198th scientist-research center of the Ministry of defense of the Russian Federation; 299024, Sevastopol, Epronovskaya Str., 7; e-mail: alteya555@gmail.com; ORCID 0000-0001-8052-8718; SPIN 6466-2341

Petr A. Emushintsev – Cand. of Sci. (Med.), chief 14th scientist-research department 1st scientist-research management doctor of special physiology 198th scientist-research center of the Ministry of defense of the Russian Federation; 299024, Sevastopol, Epronovskaya Str., 7; e-mail: petrosus-bs@yandex.ru; ORCID 0000-0002-5247-2160; SPIN 1368-6821

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Author contribution. All authors according to the ICMJE criteria participated in the development of the concept of the article, obtaining and analyzing factual data, writing and editing the text of the article, checking and approving the text of the article.

Соответствие принципам этики: каждый респондент (испытуемый) дал добровольное согласие на обработку своих персональных данных в ходе проводимого исследования.

Adherence to ethical standards: each respondent (subject) gave voluntary consent to the processing of their personal data in the course of the research.

Потенциальный конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Disclosure. The authors declare that they have no competing interests.

Поступила/Received: 16.03.2023

Принята к печати/Accepted: 11.05.2023

Опубликована/Published: 30.06.2023

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Шадриков В.Д. *Психология деятельности человека*. М.: Изд-во «Институт психологии РАН». 2013. С. 212 [Shadrikov V.D. *Psychology of human activity*. Moscow: Publishing house «Institute of Psychology of the Russian Academy of Sciences», 2013, pp. 212 (In Russ.)].
2. Алпатов В.Н., Ятманов А.Н. Предикторы устойчивости к декомпрессионному газообразованию у профессиональных водолазов // *Экстремальная деятельность человека*. 2019. Т. 52, № 2. С. 3–6. [Alpatov V.N., Yatmanov A.N. Predictors of resistance to decompression gas formation at professional divers. *Extreme human activity*, 2019, Vol. 52, № 2, pp. 3–6 (In Russ.)].
3. Левченко З.А., Назаров С.С., Ятманов А.Н. Физиологические и психологические особенности водолазов с различным уровнем устойчивости к декомпрессионной болезни // *Известия Российской военно-медицинской академии*. 2019. № 3. С. 197–201 [Levchenko Z.A., Nazarov S.S., Yatmanov A.N. Physiological and psychological characteristics of divers with different levels of resistance to decompression sickness. *News of the Russian Military Medical Academy*, 2019, № 3, pp. 197–201 (In Russ.)].
4. Соломин И.Л. *Современные методы психологической экспресс-диагностики и профессионального консультирования*. СПб.: «Речь». 2006. 170 с. [Solomin I.L. *Modern methods of psychological express diagnostics and professional counseling*. St Petersburg: “Rech”, 2006, 170 pp. (In Russ.)].
5. Маклаков А.Г. *Общая психология*. СПб.: Питер, 2001. 449 с. [Maklakov A.G. *General psychology*. St Petersburg: “Piter”, 2001, 449 pp. (In Russ.)].

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ ИНВАЗИВНОЙ ТЕЛЕМЕТРИИ STELLAR ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕХНОЛОГИИ ЖИДКОСТНОГО ДЫХАНИЯ В УСЛОВИЯХ ГИПЕРБАРИЧЕСКОГО СТЕНДА: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Г.Н. Собынина*, С.Ю. Мальков, М.И. Павлов

Севастопольский государственный университет, г. Севастополь, Россия

ЦЕЛЬ: Изучение особенностей применения системы инвазивной телеметрии Stellar при технологии жидкостного дыхания в условиях избыточного давления водной среды.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ: Жидкостное дыхание в условиях гипербарии изучали на испытательном гипербарическом стенде, обеспечивающем имитацию погружения/всплытия лабораторного животного до глубин 1500 м. Динамический мониторинг основных показателей функциональных систем организма лабораторного животного осуществлялся с помощью монитора пациента Dixon Storm 5770 Vet. В ходе стендовых испытаний в режиме реального времени регистрировались частота самостоятельного дыхания лабораторного животного, температура ядра тела (Т °С), частота сердечных сокращений (ЧСС), данные электрокардиографического исследования посредством инвазивной телеметрии Stellar.

РЕЗУЛЬТАТЫ: Перед стендовыми испытаниями в организм лабораторного животного имплантирована система инвазивной телеметрии Stellar. Процесс имитации погружения/всплытия лабораторных животных на гипербарическом стенде составил 390 сек при общем времени иммерсии 570 сек. В ходе стендовых испытаний у лабораторных животных наблюдалась гипотермия при ректальной температуре 32,1 °С, дыхание лабораторных животных после декомпрессии регистрировалось на уровне 28 дых. дв. /мин. После извлечения лабораторного животного из гипербарического стенда зафиксирована брадикардия на уровне 66–70 уд./мин. Под воздействием декомпрессии у подавляющего большинства лабораторных животных выявлено полное восстановление синусового ритма. Наряду с этим у 2 лабораторных животных с элевацией и депрессией сегмента ST, спровоцированных гипоксией миокарда, восстановление ритма не зарегистрировано.

ОБСУЖДЕНИЕ: При различных режимах барометрического давления в условиях жидкостного дыхания на гипербарическом стенде у лабораторных животных регистрировалась гипотермия, сопровождающаяся преходящими ишемическими изменениями миокарда, детерминированная длительностью и глубиной погружения. Проведение жидкостной респираторной десатурации в условиях ультрабыстрой декомпрессии выявило обратно пропорциональную зависимость функции внешнего дыхания от основных характеристик внешней среды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: Показана целесообразность применения испытательного гипербарического стенда, позволяющего моделировать высокое гидростатическое давление для имитации погружения/всплытия лабораторных животных при изучении технологии жидкостного дыхания. В ходе стендовых испытаний засвидетельствована незаменимость применения системы инвазивной телеметрии Stellar для мониторинга функциональных параметров лабораторных животных, позволяющая судить об особенностях адаптации организма в экстремальных условиях водной среды. Проведение жидкостной респираторной десатурации в условиях ультрабыстрой декомпрессии выявило обратно пропорциональную зависимость функции внешнего дыхания от основных характеристик внешней среды. Систематизированные эмпирические данные указывают на перспективность применения системы инвазивной телеметрии Stellar при изучении жидкостного дыхания в условиях гипербарического стенда.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: морская медицина, жидкостное дыхание, имплантация, инвазивная телеметрия, респираторная десатурация, гипербарический стенд

*Для корреспонденции: Собынина Галина Николаевна, e-mail: galsob@rambler.ru

*For correspondence: Galina N. Sobyantina, e-mail: galsob@rambler.ru

Для цитирования: Собынина Г.Н., Мальков С.Ю., Павлов М.И. Применение системы инвазивной телеметрии stellar при изучении технологии жидкостного дыхания в условиях гипербарического стенда // *Морская медицина*. 2023. Т. 9, № 2. С. 90-97, doi: <https://doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-2-90-97> EDN: <https://elibrary.ru/QSSLOE>

For citation: Sobyantina G.N., Malkov S.Yu., Pavlov M.I. Application of stellar invasive telemetry system in the study of liquid breathing technology in hyperbaric stand // *Marine Medicine*. 2023. Vol. 9, № 2. С. 90-97, doi: <https://doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-2-90-97> EDN: <https://elibrary.ru/QSSLOE>

APPLICATION OF STELLAR INVASIVE TELEMETRY SYSTEM IN THE STUDY OF LIQUID BREATHING TECHNOLOGY IN HYPERBARIC STAND : EXPERIMENTAL STUDY

*Galina N. Sobyantina**, *Sergey Yu. Malkov*, *Mikhail I. Pavlov*
Sevastopol State University, Sevastopol, Russia

OBJECTIVE: To study specific features of the invasive telemetry system Stellar in implementing liquid breathing technology under excessive water pressure.

MATERIALS AND METHODS: The study of liquid breathing in hyperbaric conditions was carried out on the hyperbaric stand, providing a simulated immersion/emersion of a laboratory animal up to a depth of 1500 m. Dynamic monitoring of key indicators of the animal's body functional systems was performed with the patient monitor Dixon Storm 5770 Vet. During bench tests, the frequency of the laboratory animal's independent breathing, the core body temperature (T^oC), heart rate (HR), electrocardiographic research data through invasive telemetry Stellar were recorded in real time.

RESULTS: Before the bench tests the invasive telemetry system Stellar was implanted in the body of the laboratory animal. The process of simulated immersion/emersion of laboratory animals on the hyperbaric stand was 390 sec. at a total immersion time 570 sec. During the bench tests the laboratory animals experienced hypothermia with a rectal temperature 32,1 °C, their breathing after decompression was registered at the level of 28 breaths /min. Bradycardia was recorded at a level of 66-70 beats/min after extracting the laboratory animal from the hyperbaric stand. Under decompression the vast majority of the laboratory animals showed full restoration of the sinus rhythm. At the same time, restoration of the rhythm was not recorded with 2 laboratory animals with ST-segment elevation and depression, provoked by myocardial hypoxia.

DISCUSSION: Under different modes of barometric pressure during liquid breathing on the hyperbaric stand the laboratory animals experienced hypothermia, accompanied by transient ischemic changes in the myocardium, determined by immersion length and depth. Liquid respiratory desaturation under ultra-fast decompression revealed inversely proportional dependence of external respiration function on the basic characteristics of the external environment.

CONCLUSION: The expedience of applying the test hyperbaric stand, which allows to simulate high hydrostatic pressure for imitating immersion/emersion of laboratory animals when studying liquid breathing technology. The bench tests at-tested indispensability of applying the invasive telemetry system Stellar for monitoring functional parameters of laboratory animals, measuring peculiarities of body's adaptation in extreme water conditions. Liquid respiratory desaturation under ultra-fast decompression revealed inversely proportional dependence of external respiration function on the basic characteristics of the external environment. Systematic empirical data indicate potential benefit from the invasive telemetry system Stellar in studying liquid breathing under the conditions of hyperbaric stand

KEYWORDS: liquid breathing, implantation, invasive telemetry, respiratory desaturation, hyperbaric stand

Введение. Современный этап технологического развития общества определяет высокую востребованность проблемно-ориентированной тематики научно-исследовательских работ. В этой связи особое значение приобретают вопросы проектирования и разработки альтернативных методов и средств аварийного спасения персонала с больших глубин. Приоритетность этого научного направления продиктована потенциальной возможностью решения вопросов защиты организма от экстремальных степеней компрессии. В свете решения этих прикладных задач не ослабевает интерес и к изучению декомпрессионных расстройств, вызванных пребыванием организма в условиях избыточного гидростатического давления. В соответствии с

этим большое научное и практическое значение представляет решение актуальных задач по защите основных функциональных систем организма от повреждающих факторов водной среды.

Перспективу для решения данной проблемы, на наш взгляд, открывает изучение жидкостной искусственной вентиляции легких (ИВЛ), находящейся в фокусе исследовательского внимания. Интерес к изучению технологии жидкостного дыхания (ЖД) предопределен особенностями «...газообмена в легких, при котором отсутствует граница «газ – жидкость» и доставка, и элиминация дыхательных газов происходит посредством дыхательных жидкостей – перфторуглеродов, способных под-

держивать адекватный газообмен в альвеолах благодаря высокой растворимости кислорода и углекислого газа» [1, 2]. По мнению ряда авторов [3–5], преимущество жидкостной вентиляции детерминировано «...улучшенным рекрутированием легких из-за более низкого поверхностного натяжения перфторуглеродов и тем, что жидкость имеет тенденцию к распределению в зависимые области легких». В этой связи весьма полезными оказались результаты исследований В.В. Мороз с соавт., рассматривающих в своих работах применение перфторана в условиях ИВЛ для больных с острым респираторным дистресс-синдромом различного генеза и влиянием его на газообмен, биомеханические свойства легких и кардиогемодинамику [6, 7]. По мнению В.Н. Попцова, А.Е. Баландюк, «...введение перфторуглеродных соединений в сочетании с традиционной искусственной вентиляцией легких является перспективным направлением улучшения оксигенирующей функции легких» [8, 9]. Однако до конца невыясненным остается механизм адаптации организма при замене газовой среды в легких на жидкостную. Не является полностью определенным алгоритм (регламент) технологии ЖД для обеспечения оптимальной защиты органов и тканей живого организма от повреждающих факторов водной среды [10, 11]. Требуют детального изучения вопросы протекторного действия перфторуглеродов на функционирование дыхательной, сердечно-сосудистой и другие системы организма лабораторных животных. Тем самым аналитический обзор научных источников подтверждает целесообразность развития научного направления в области жидкостного дыхания.

Цель. Изучить особенности функционирования основных систем организма лабораторных животных под воздействием технологии жидкостного дыхания. В этой связи целью работы стало изучение особенностей применения системы инвазивной телеметрии Stellar при осуществлении технологии жидкостного дыхания в условиях избыточного давления водной среды.

Материалы и методы. Исследование проводили на базе ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет» (ФГАОУ ВО «СевГУ») в научно-исследовательской лаборатории «Экспериментальные системы жизнеобеспечения биологических объектов» (НИЛ «ЭСЖБО», г. Севастополь). Эксперименталь-

ная оценка возможности использования принудительного жидкостного дыхания в условиях гипербарии и после нее осуществлялась на крупных лабораторных животных (собаках породы метис малинуа). Выбор данного вида лабораторных животных для проведения исследований обусловлен максимальной близостью их аллометрических межвидовых соотношений к организму человека по критическим параметрам дыхательной и сердечно-сосудистой систем. В опытно-экспериментальной работе задействовали 5 лабораторных животных в возрасте 4–6 мес.

Важно обозначить, что продуктивность исследования технологии жидкостного дыхания может быть достигнута только с помощью соответствующего технического оснащения – аппарата газожидкостной ИВЛ с внешними питанием и системой управления для опытно-экспериментальных работ. С этой целью на базе ФГАОУ ВО «СевГУ» был создан испытательный гипербарический стенд с возможностью имитации погружения/всплытия до глубин 1500 м (УНУ: ГБС, рег. номер 673917; СЖБО 441371.001; <https://ckp-rf.ru/usu/673917/>). Уникальная научная установка, созданная сотрудниками НИЛ «ЭСЖБО», позволяла проводить опытно-экспериментальные работы по оценке влияния высокого (до 15 МПа) гидростатического давления пресной воды на жизнедеятельность лабораторных животных.

Состояние основных систем организма лабораторных животных при проведении ЖД в условиях гипербарии и после нее оценивали с использованием монитора пациента Dixon Storm 5770 Vet. В ходе стендовых испытаний в режиме реального времени регистрировались частота самостоятельного дыхания лабораторного животного, температура ядра тела ($T^{\circ}C$), частота сердечных сокращений (ЧСС), данные электрокардиографического исследования посредством инвазивной телеметрии Stellar (430001-REC-01) производства фирмы TSE Systems (Германия). Система представляет собой имплантируемый в организм лабораторного животного транспондер с электродами для регистрации ЭКГ со встроенным датчиком температуры, антенной-приемником с соответствующим программным обеспечением. Сущность методики заключается в регистрации ЭКГ и температуры тела лабораторного животного, находящегося в жидкости в услови-

ях гипербарии, с помощью имплантируемого транспондера системы инвазивной телеметрии Stellar (рис. 1). Посредством антенны-приемника зарегистрированные эмпирические данные поступали на персональный компьютер для анализа и последующей обработки.

В качестве дыхательной жидкости в опытно-экспериментальном исследовании применяли перфтордикалин – ПФД ($C_{10}F_{18}$) с относительной молекулярной массой 462,08 у.е. и 93 % содержанием основного вещества в дыхательной жидкости (в соответствии с ТУ 95.1233-92). Насыщение дыхательной жидкости O_2 и вытеснение CO_2 осуществлялись методом барботирования. При респираторной десатурации температура дыхательной жидкости, находящейся в дополнительной капсуле, составляла 30 °С, содержание кислорода на выходе концентратора – 95 %, при этом насыщенность ПФД кислородом дыхательной жидкости при погружении лабораторного животного составляла в диапазоне 80–86 об %. Статистическую обработку полученных результатов не проводили в связи с незначительным количеством связанных опытно-экспериментальных наблюдений.

Результаты. Изучение лабораторных животных в процессе жидкостного дыхания в условиях гипербарического стенда регламентировалось программой исследования НИЛ «ЭСЖБО» ФГАОУ ВО «СевГУ». Для получения объективных физиологических данных о состоянии кардиореспираторной системы и температуры ядра тела лабораторных животных при имитации погружения-всплытия на гипербарическом стенде очевидна облигаторность имплантации транспондера системы инвазивной

телеметрии Stellar. Транспондер имплантировали за 14 дней до стендовых испытаний лабораторного животного (рис. 2). Транспондер располагали под мечевидным отростком брюшной полости лабораторного животного, где его закрепляли нерассасывающимся шовным материалом к внутренней стенке брюшной полости животного. ЭКГ-электроды, передающие сигнал к транспондеру, фиксировали в местах, соответствующих стандартному II отведению по Эйнтховену: один (голубой, отрицательный) – над правой грудной мышцей; другой (розовый, положительный) – в левой каудальной области ребер, примерно на 2 см левее мечевидного отростка.

При помощи металлического троакара прокладывался тоннель для помещения отрицательного (голубого) и положительного (розового) электродов от брюшного разреза до правой грудной мышцы. Референтный короткий белый электрод закрепляли на внутренней части брюшной мышцы на расстоянии 0,5 см от срединного разреза. После установки транспондера послойно ушивали лапаротомический разрез. В послеоперационном периоде проводилась обработка швов, антибактериальная терапия до момента заживления операционной раны. На рис. 3 изображен рентгеновский снимок лабораторного животного после имплантации транспондера. Для передачи информации с транспондера лабораторное животное располагали максимально близко к антенне системы инвазивной телеметрии Stellar. Информацию считывали посредством программного обеспечения системы инвазивной телеметрии Stellar, обеспечивающей графическую визуализацию

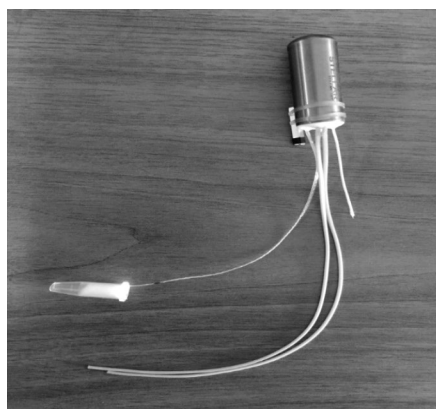


Рис.1. Система инвазивной телеметрии Stellar (430001-REC- TSE) Systems
Fig. 1. Stellar Invasive Telemetry System (430001-REC-TSE) Systems

экспериментальных данных (фрагментарно 30-секундными временными интервалами с промежутками в 120 сек).

Стендовые испытания включали следующие этапы: подготовку к погружению (тестирование диагностического оборудования, перевод животного на самостоятельное жидкостное дыхание в иммерсии в дыхательной жидкости, герметизация капсулы); погружение/всплытие; извлечение животного из иммерсионной среды и перевод на самостоятельное газовое дыхание или ИВЛ на фоне мероприятий интенсивной терапии.

В ходе исследования была проведена клинико-физиологическая оценка состояния основных функциональных систем лабораторных животных под воздействием различных режимов барометрического давления в условиях жидкостного дыхания (при имитации погружения/всплытия до глубин 500 м).

Процесс имитации погружения/всплытия на гипербарическом стенде составил 390 сек при

общем времени иммерсии 570 сек, при этом наблюдалось существенное снижение температуры тела лабораторного животного, ректальная температура составляла 32,1 °С. Дыхание лабораторных животных после декомпрессии регистрировалось на уровне 28 дых. дв./мин. После извлечения лабораторного животного из капсулы зафиксирована брадикардия на уровне 66–70 уд./мин. У подавляющего большинства лабораторных животных диагностировано полное восстановление синусового ритма после всплытия. Важно обозначить, что у лабораторных животных с элевацией или депрессией сегмента *ST* восстановление сердечного ритма не происходило. Восстановление синусового ритма после извлечения не наблюдалось и при незначительной депрессии сегмента *ST* на 0,1 мВ, спровоцированной гипоксией миокарда и формированием эктопических очагов возбуждения по типу re-entry.

Обсуждение. В исследуемой научной проблематике важное значение приобретает физио-

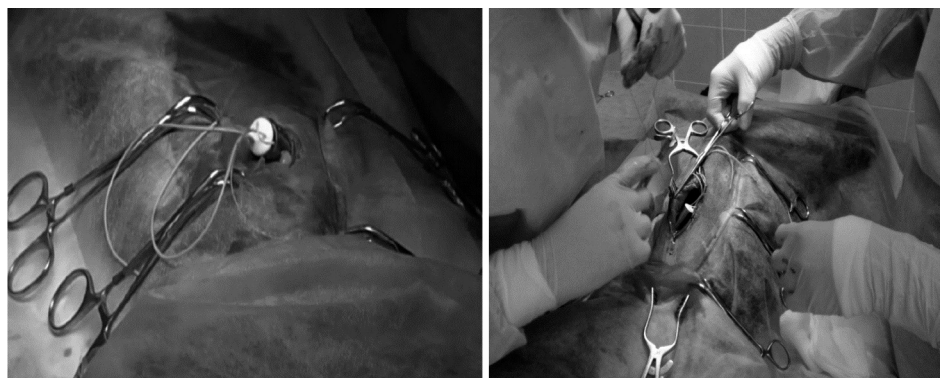


Рис. 2. Имплантация транспондера Stellar в организм лабораторного животного
Fig. 2. Implantation of the Stellar transponder into the body of a laboratory animal

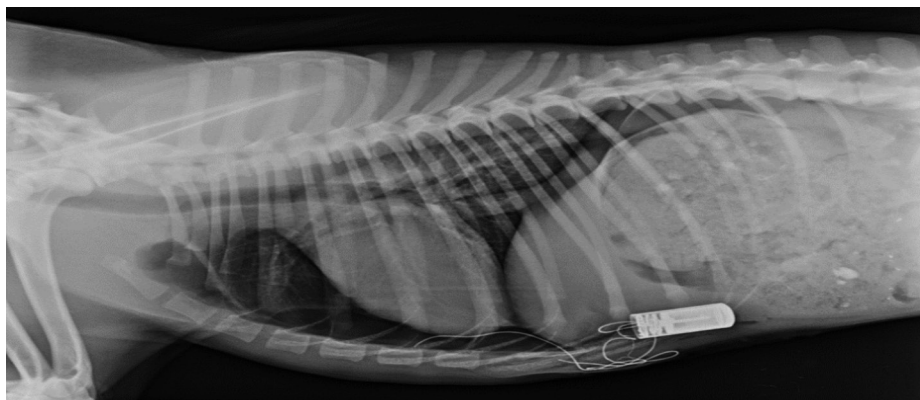


Рис. 3. Рентгенографический снимок лабораторного животного после имплантации транспондера Stellar (в боковой проекции)

Fig. 3. X-ray image of a laboratory animal after implantation of the Stellar transponder (lateral view)

лого-динамический мониторинг показателей основных функциональных систем организма, позволяющий получить достоверную информацию об особенностях адаптации лабораторных животных в условиях избыточного давления водной среды.

Перед проведением стендовых испытаний ветеринарный осмотр лабораторных животных выявил удовлетворительный неврологический статус, основные показатели кардиореспираторной системы лабораторных животных находились в пределах физиологической нормы. Перед помещением их в капсулу гипербарического стенда отмечался синусовый регулярный ритм с умеренной тахикардией, предположительно обусловленной возбуждением ЦНС. Все интервалы и комплексы ЭКГ находились в референсных значениях.

При погружении лабораторного животного в водную среду гипербарического стенда наблюдалось стойкое подавление функции синоатриального узла с преобладанием предсердного блуждающего ритма (блуждающий пейсмейкер). С увеличением гидростатического давления водной среды отмечалось изменение ритма на желудочковый нерегулярный.

На этапе декомпрессии у испытуемых выявлен рост ЧСС при сохраняющихся на определенном отрезке времени признаках ишемии миокарда. После извлечения лабораторного животного из гипербарического стенда на фоне самостоятельного дыхания и гипотермии отмечалось восстановление частоты сердечных сокращений и исчезновение электрокардиографических признаков ишемии.

Важно отметить, что в ходе стендовых испытаний, в процессе имитации погружения/всплытия наблюдалось существенное снижение температуры тела лабораторного животного. Предположительно, зарегистрированную реакцию связывали с быстрым охлаждением дыхательной жидкости в капсуле гипербарического стенда. При этом обращает на себя внимание обратно пропорциональная зависимость функции внешнего дыхания испытуемых от основных характеристик окружающей среды (температуры пресной воды и барометрического давления).

После извлечения из стенда сознание лабораторных животных было угнетено (вследствие медикаментозной седатации). Кожные покровы бледные, холодные, видимые слизистые бледные. В дальнейшем происходило восстановле-

ние показателей внешнего дыхания и системной гемодинамики по мере нормализации температурного гомеостаза на фоне проводимой терапии, включающей согревание, форсированный диурез, десенсибилизирующую и антибактериальную терапию, применение кардиотонических и обезболивающих средств, введение антикоагулянтов и ноотропных препаратов. У 3 лабораторных животных фиксировалось полное восстановление синусового ритма. У 2 лабораторных животных с элевацией или депрессией сегмента *ST* (как маркера ишемии и острого повреждения миокарда) восстановление ритма не зарегистрировано. Восстановление синусового ритма после извлечения не наблюдалось и при незначительной депрессии сегмента *ST* на 0,1 мВ. Необходимо обозначить также, что дальнейшее динамическое наблюдение за физиологическим статусом лабораторных животных не выявило патологических изменений кардиореспираторной системы. Таким образом, можно предположить, что изменения электрической активности сердца исследуемых лабораторных животных в ходе опытно-экспериментальных работ были спровоцированы гипоксией миокарда и формированием эктопических очагов возбуждения по типу re-entry.

Заключение. В ходе настоящего исследования показана целесообразность применения испытательного гипербарического стенда, позволяющего моделировать высокое гидростатическое давление для имитации погружения/всплытия лабораторных животных. Под воздействием различных режимов барометрического давления в условиях жидкостного дыхания у лабораторных животных регистрировалась гипотермия, сопровождающаяся переходящими ишемическими изменениями миокарда, детерминированная длительностью и глубиной погружения. Проведение жидкостной респираторной десатурации в условиях ультрабыстрой декомпрессии выявило обратно пропорциональную зависимость функции внешнего дыхания от основных характеристик водной среды. В ходе стендовых испытаний зафиксирована целесообразность применения системы инвазивной телеметрии Stellar для мониторинга функциональных параметров испытуемых, позволяющей судить об особенностях адаптации организма в экстремальных условиях внешней среды при изучении технологии жидкостного дыхания. Систематизиро-

ванные эмпирические данные указывают на перспективность применения телеметрической системы Stellar при дальнейшем изучении протекторного действия жидкостного дыхания от повреждающих факторов водной среды при свободном всплытии с больших глубин.

Работа выполнена при поддержке программы Приоритет-2030 ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет» (стратегический проект №2 «Прорывные исследования и разработки в области жидкостного дыхания»).

Сведения об авторах:

Собянина Галина Николаевна - кандидат биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории «Экспериментальные системы жизнеобеспечения биологических объектов» ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»; 299053, Россия, г. Севастополь, ул. Университетская, д. 33; e-mail: galsob@rambler.ru; SPIN: 5043-3075; ORCID 0000-0002-5988-0765

Мальков Сергей Юрьевич – врач по водолазной медицине (специфизолог), руководитель медико-биологической группы научно-исследовательской лаборатории «Экспериментальные системы жизнеобеспечения биологических объектов» ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»; 299053, Россия, г. Севастополь, ул. Университетская, д. 33; e-mail: sklif@bk.ru

Павлов Михаил Игоревич – инженер 2-й категории научно-исследовательской лаборатории «Экспериментальные системы жизнеобеспечения биологических объектов» ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»; 299053, Россия, г. Севастополь, ул. Университетская, д. 33; e-mail: mixail.pavlov.1993@mail.ru; ORCID 0000-0001-9998-2080; SPIN: 4194-0706,

Information about the authors:

Galina N. Sobyayina – Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor, Leading Researcher of the Research Laboratory “Experimental Life Support Systems for Biological Objects”, Sevastopol State University; 299053, Russia, Sevastopol, st. Universitetskaya, 33; e-mail: galsob@rambler.ru; ORCID 0000-0002-5988-0765; SPIN: 5043-3075

Sergey Yu. Malkov – diving medicine doctor (special physiologist), head of the biomedical group of the research laboratory “Experimental life support systems for biological objects”, Sevastopol State University; 299053, Russia, Sevastopol, st. University, 33; e-mail: sklif@bk.ru

Mikhail I. Pavlov – engineer of the 2nd category of the research laboratory Experimental life support systems for biological objects, Sevastopol State University; 299053, Russia, Sevastopol, st. Universitetskaya, 33, e-mail: mixail.pavlov.1993@mail.ru; ORCID 0000-0001-9998-2080; SPIN: 4194-0706

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Author contribution. All authors according to the ICMJE criteria participated in the development of the concept of the article, obtaining and analyzing factual data, writing and editing the text of the article, checking and approving the text of the article.

Соответствие принципам этики: Исследование было одобрено на заседании Локального этического комитета ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова» (выписка из протокола заседания № 8 от 19.10.2022). Исследования на животных проводились в соответствии с требованиями Международной декларации о защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей.

Adherence to ethical standards: The study was approved at a meeting of the Local Ethics Committee of the Federal State Budgetary Institution Scientific Research Institute of Occupational Medicine named after Academician N.F. Izmerov” (extract from the minutes of the meeting No. 8 of 10/19/2022). Animal studies were conducted in accordance with the requirements of the International Declaration for the Protection of Vertebrate Animals used for experimental and other scientific purposes.

Потенциальный конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Disclosure. The authors declare that they have no competing interests.

Поступила/Received: 10.04.2023

Принята к печати/Accepted: 02.05.2023

Опубликована/Published: 30.06.2023

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Корепанов А.Л. Жидкостное дыхание. Частичная жидкостная вентиляция легких (сообщение первое) // *Вестник физиотерапии и курортологии*. 2018. Т. 24, № 2. С. 62–70 [Korepanov A.L. Liquid breathing. Partial liquid ventilation of the lungs (first message). *Bulletin of Physiotherapy and Balneology*, 2018, Vol. 24, No. 2, pp. 62–70 (In Russ.)].
2. Корепанов А.Л., Шуневыч О.Б., Василенко И.Ю. Жидкостное дыхание. Тотальная жидкостная вентиляция легких (сообщение второе) // *Вестник физиотерапии и курортологии*. 2018. Т. 24, № 4. С. 86–93 [Korepanov A.L., Shunevych O.B., Vasilenko I.Yu. Liquid breathing. Total liquid ventilation of the lungs (second message). *Bulletin of Physiotherapy and Balneology*, 2018, Vol. 24, No. 4, pp. 86–93 (In Russ.)].
3. Lee W.L., Slutsky A.S. *Acute Hypoxemic Respiratory Failure and ARDS Murray and Nadel's Textbook of Respiratory Medicine (Sixth Edition)*. 2016, Vol. 2, pp. 1740–1760.e7. doi: 10.1016/B978-1-4557-3383-5.00100-7

4. Hirschl R.B., Croce M., Gore D., et al. Prospective, randomized, controlled pilot study of partial liquid ventilation in adult acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002, Vol. 165, pp. 781.
5. Suman Sarkar, Anil Paswan, Prakas S. Liquid ventilation. *Anesth Essays Res*, 2014, Vol. 8, № 3, pp. 277–282. doi: 10.4103/0259-1162.143109
6. Мороз В.В., Власенко А.В., Закс И.О. Жидкостная вентиляция легких, ее возможности и перспективы (современное состояние вопроса) // *Анестезиология и реаниматология.* 2001. N 6. С. 66–73 [Moroz V.V., Vlasenko A.V., Zaks I. O. Liquid ventilation of the lungs, its possibilities and prospects (current state of the issue), *Anesthesiology and resuscitation*, 2001, N 6, pp. 66–73 (In Russ.)].
7. Мороз В.В., Остапченко Д.А., Власенко А.В., Осипов П.Ю., Герасимов Л.В. Эндотрахеальное применение перфторана в условиях ИВЛ у больных с острым респираторным дистресс-синдромом // *Общая реаниматология.* 2005. Т. 2. С. 5–11 [Moroz V.V., Ostapchenko D.A., Vlasenko A.V., Osipov P.Yu., Gerasimov L.V. Endotracheal use of perftoran under mechanical ventilation in patients with acute respiratory distress syndrome. *General resuscitation*, 2005, Vol. 2, pp. 5–11 (In Russ.)].
8. Попцов В.Н., Баландюк А.Е. Первый клинический опыт использования частичной жидкостной вентиляции на основе эндобронхиального введения перфторана в комплексной терапии респираторного дистресс-синдрома. *Российский биомедицинский журнал Medline.ru.* 2004. Т. 5. С. 173–174 [Poptsov V.N., Balandyuk A.E. The first clinical experience of using partial liquid ventilation based on endobronchial administration of perftoran in the complex therapy of respiratory distress syndrome. *Russian Biomedical journal Medline.ru*, 2004, Vol. 5, pp. 173–174 (In Russ.)].
9. Баринов В.А., Бонитенко Е.Ю., Белякова Н.А., Родченкова П.В., Тоньшин А.А., Панфилов А.В., Бала А.М., Головки А.И., Шилов В.В. Использование перфторуглеродных жидкостей в лечении респираторного дистресс-синдрома (обзор литературы) // *Российский биомедицинский журнал. Medline.ru.* 2022. Т. 23, № 1. С. 515–555. [Barinov V.A., Bonitenko E.Yu., Belyakova N.A., Rodchenkova P.V., Tonshin A.A., Panfilov A.V., Bala A.M., Golovko A.I., Shilov V.V. The use of perfluorocarbon fluids in the treatment of respiratory distress syndrome (literature review), *Russian Biomedical Journal Medline.ru.* 2022, Vol. 23, No. 1, pp. 515–555 (In Russ.)].
10. Котский М.А., Бонитенко Е.Ю., Макаров А.Ф., Каниболоцкий А.А., Кочоян А.Л., Литвинов Н.А. О возможности использования жидкостного дыхания для профилактики развития декомпрессионных нарушений // *Медицина труда и промышленная экология.* 2022. Т. 62, № 2. С. 91–100 [Kotsky M.A., Bonitenko E.Yu., Makarov A.F. Kanibolotsky A.A., Kochoyan A.L., Litvinov N.A. About the possibility of using the subsistence minimum to prevent the development of decompression disorders. *Occupational medicine and industrial ecology*, 2022, Vol. 62, No. 2, 91–100. doi: 10.31089/1026-9428-2022-62-2-91-100R (In Russ.)].
11. Котский М.А., Бонитенко Е.Ю., Тоньшин А.А., Родченкова П.В., Муравская М.П., Ткачук Ю.В., Каниболоцкий А.А., Кочоян А.Л. Жидкостная респираторная десатурация — новый метод профилактики декомпрессионной болезни // *Медицина труда и промышленная экология.* 2023. Т. 63, № 1. С. 4–17. doi: 10.31089/1026-9428-2023-63-1-4-17 [Kotsky M.A., Bonitenko E.Yu., Tonshin A.A., Rodchenkova P.V., Muravskaya M.P., Tkachuk Yu.V., Kanibolotsky A.A., Kochoyan A.L. Liquid respiratory desaturation — a new method of prevention of decompression sickness. *Occupational medicine and industrial ecology*, 2023, Vol. 63, No. 1, pp. 4–17. doi: 10.31089/1026-9428-2023-63-1-4-17 (In Russ.)].

УДК 159.922.2+159.923.2

<https://doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-2-98-104>

THE ROLE OF A FAMILY AND A CLOSE ENVIRONMENT IN THE FORMATION OF THE RESILIENCE OF THE EXTREME ACTIVITY SUBJECTS: CROSS-SECTIONAL STUDY

¹ Svetlana V. Kotovskaya*, ² Igor M. Boyko, ³ Igor G. Mosyagin, ² Anna I. Khokhrina

¹ Moscow State University of Humanities and Economics, Moscow, Russia

² Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia

³ High Command of the Navy, St. Petersburg, Russia

OBJECTIVE: To study the role of family and close environment in the formation of a high level of resilience of subjects in the sphere of extreme activity.

MATERIALS AND METHODS: The study involved 748 male subjects of different professional groups whose daily activity included an extreme component at the content level. From them two groups were distinguished - with a low level of ability to live (55 people) and with a high level of ability to live (397 people). Interpersonal relations were diagnosed in all participants. The role of the family and the immediate environment was assessed according to the author's questionnaire.

RESULTS: In the low and high resiliency group, 42.6 % and 44.6 % of respondents were confident in most of their coworkers; conflicts among colleagues were denied by 51.1 % and 57.2 % of those surveyed; 48.9 % and 57.9 % of wives had a positive attitude toward their husband's profession, respectively.

DISCUSSION: Subjects of extreme activity with a high level of resiliency in interpersonal relations aspire to close cooperation with the reference group, to friendly relations with others. Respondents with a low level of resiliency are characterized by greater emotional coldness and aloofness in meaningful interpersonal relationships. They are less tolerant of change of environment and more easily lose their equilibrium in social conflicts with co-workers and superiors. Congruent interaction with a significant reference environment contribute to the leveling of conflict situations, so the formation of not just a favorable climate of the team, and the maintenance of comradery, companionship, brotherly relations, based on the principles of mutual respect and mutual support determines the maintenance of a high level of professional vitality in the subjects of the extreme profile.

KEYWORDS: marine medicine, resiliency, family, close environment, subjects of extreme activity

*For correspondence: Svetlana V. Kotovskaya, e-mail: s.marunyak74@mail.ru

*Для корреспонденции: Котовская Светлана Владимировна, e-mail: s.marunyak74@mail.ru

For citation: Kotovskaya S.V., Boyko I.M., Mosyagin I.G., Khokhrina A.I. The role of a family and a close environment in the formation of the resilience of the extreme activity subjects: cross-sectional study. *Marine medicine*. 2022. Vol. 9, No. 2.

P. 98-104, doi: <https://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-2-98-104> EDN: <https://elibrary.ru/ТТМЕИТ>

Для цитирования: Котовская С.В., Бойко И.М., Мосягин И.Г., Хохрина А. И. Роль семьи и близкого окружения в формировании жизнеспособности субъектов экстремальной деятельности: поперечное исследование // *Морская медицина*. 2023. Т. 9, № 2. С. 98-104, doi: <https://doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-2-98-104> EDN: <https://elibrary.ru/ТТМЕИТ>

РОЛЬ СЕМЬИ И БЛИЗКОГО ОКРУЖЕНИЯ В ФОРМИРОВАНИИ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ СУБЪЕКТОВ ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ: ПОПЕРЕЧНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

¹ С.В. Котовская*, ² И.М. Бойко, ³ И.Г. Мосягин, ² А.И. Хохрина

¹ Московский государственный гуманитарно-экономический университет, Москва, Россия

² Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск, Россия

³ Главное командование Военно-Морского Флота, Санкт-Петербург, Россия

ЦЕЛЬ: Изучить роль семьи и близкого окружения в формировании высокого уровня жизнеспособности субъектов в сфере экстремальной деятельности.

© Авторы, 2023. Издатель ООО Балтийский медицинский образовательный центр. Данная статья распространяется на условиях «открытого доступа», в соответствии с лицензией ССВУ-NC-SA 4.0 («Attribution-NonCommercial-Share-Alike» / «Атрибуция-Некоммерчески-Сохранение Условий» 4.0), которая разрешает неограниченное некоммерческое использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии указания автора и источника. Чтобы ознакомиться с полными условиями данной лицензии на русском языке, посетите сайт: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.ru>

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ: В исследовании приняли участие 748 лиц мужского пола различных профессиональных групп, повседневная деятельность которых на содержательном уровне включала экстремальный компонент. Из них были выделены две группы – с низким уровнем жизнеспособности ($n = 55$) и с высоким уровнем жизнеспособности ($n = 397$). Всем была проведена диагностика межличностных отношений. Роль семьи и ближайшего окружения оценивалась по данным авторской анкеты.

РЕЗУЛЬТАТЫ: В группе с низким и высоким уровнем жизнеспособности 42,6 % и 44,6 % респондентов были уверены в большей части своих коллег, конфликты среди сослуживцев и коллег отрицали 51,1 % и 57,2 % исследуемых, положительно к профессии мужа относились 48,9 % и 57,9 % жен соответственно.

ОБСУЖДЕНИЕ: Субъекты экстремальной деятельности с высоким уровнем жизнеспособности в межличностных отношениях стремятся к тесному сотрудничеству с референтной группой, к дружелюбным отношениям с окружающими. Для респондентов с низким уровнем жизнеспособности характерна большая эмоциональная холодность и отчужденность в значимых межличностных отношениях. Они хуже переносят смену обстановки и легче теряют равновесие в социальных конфликтах с сослуживцами и руководством. Конгруэнтное взаимодействие со значимым референтным окружением способствуют нивелированию конфликтных ситуаций, поэтому формирование не просто благоприятного климата коллектива, а поддержание сплоченности, товарищеских, братских отношений, основанных на принципах взаимоуважения и взаимовыручки обуславливают поддержание высокого уровня профессиональной жизнеспособности у субъектов экстремального профиля.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: морская медицина, жизнеспособность, семья, близкое окружение, субъекты экстремальной деятельности

Introduction. The importance of the family and reference environment in the formation of personality is enormous, beginning with moral qualities, principles of life, and up to the formation of the person as a whole. A.V. Kuramshev, referring to the works of O. Kotn, emphasizes the enormous role of the family and the reference environment in the education of a citizen of his country: “modern society is a product of the family organization of people’s life, it is in the family and through the family a person becomes not only a member of society, but also a citizen” [1]. L.V. Kovtunenکو points out that it is in the power of the family and the reference environment “the creation or destruction of personality” [2]. In difficult moments in life “a person should always have those people who could help him, give advice and just support” believes A.R. Mukhametzyanova considers¹.

The category of resilience is now increasingly discussed in the works of Russian and foreign authors of various branches of modern science. In medical and biological branches of science resilience is understood as the ability to maintain the individual level of a human being. The ability not only to survive, but also to develop under given environmental conditions is the starting point of

analysis of philosophical views. Economic analysis of the resilience of an organization (state) makes it possible to calculate both current and long-term opportunities, the prospects of the institution (country). Society’s resilience is measured by the ability to overcome external and internal problems and contradictions, and the formation of a resilient citizen becomes a priority task of the state. The reasonability of creating, using new devices is parsed from the position of resilience in the technical sciences. In pedagogical approaches the relevant is the study of the process of adaptation [3]. In psychological science, resilience is mainly considered from the positions of holistic, resource, component and emergent-synergetic biopsychosocial paradigms [4-6]. In general, resilience is understood as a person’s ability to maintain their holistic nature through the use of internal and external resources: constructive management of energetic, perceptual, motivational, communicative and emotional-activity spheres, which are reflected in the individual’s quality of life, their state of mental health, which is subjectively perceived as satisfaction with human life [7].

The emergent-synergetic biopsychosocial concept of studying resilience is based on the following statements:

1. Emergentness is based on a systemic effect, which implies not a simple sum of components, but the presence of special properties not inherent in the components separately (an alloy of carbon and iron, depending on their quantitative composition, will differ in qualitative characteristics – it is cast iron or steel);

¹Mukhametzyanova A.R. The role of the family in human life. Materials of the IX International Student Scientific Conference “Student Scientific Forum” [Мухаметзянова А.Р. Роль семьи в жизни человека // Материалы IX Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» <https://scienceforum.ru/2017/article/2017037045> (дата обращения: 20.10.2022).]

2. Synergetics – as a “universal theory of evolution”, describes the mechanisms of origin of innovations (and development in general) as a period of crisis chaotic behavior, leading to a new formation, the choice of which is determined by emergent fluctuations in the bifurcation point.

3. Biopsychosociality allows us to consider the development of innovations as a unity of a set of social, psychological and biological components.

The study of the role of social components in the formation of a high level of resilience includes consideration of the importance of the reference environment.

Objective. To study the role of family and close environment in the formation of a high level of resilience of subjects in the sphere of extreme activity.

Materials and methods. In order to establish the role of family and the immediate environment, 748 male subjects of different professional groups whose everyday activities included an extreme component were examined: aviation military and civilian dispatchers; surface and submarine sailors; war veterans; ground and deck-based transport and fighter aviation pilots; trawl fishermen; firemen; specialists in radioactive substances disposal; emergency medical care doctors.

Of the 764 subjects, the first group (with low level of resilience) included 55 men whose mean age was 32.11 ± 9.40 years (7.20 % of the total sample) and the second group (with high level of resilience) consisted of 397 men whose mean age was 29.62 ± 7.77 years (51.96 % of the total sample). Not high percentage of representatives of the first group is explained by qualified professional-psychological selection, high quality of professional training, as well as constant medical and psychological support of representatives of these professional groups.

All subjects, after signing a voluntary consent for the study, were diagnosed according to the following methods: diagnostics of interpersonal relations [8], the role of family and the immediate environment were evaluated according to the author's questionnaire.

Results were processed using standard Windows Millennium Edition statistical methods; Excel 1997 for Microsoft Office; SSPS 11.5 as well as standard calculation methods. Results were presented as median (Md), 25th (Q1), and 75th (Q2) percentiles. Differences were considered statistically significant at $p \leq 0.05$. In identifying differ-

ences between groups with nominal or ordinal scales, Pearson's χ^2 -square was used. At revealing of distinctions in level of an investigated attribute for 2 independent samples the U - Mann-Whitne criterion [9] was used. For more clear analysis of the obtained results the data are presented in percentages.

Results. The study found that those who had a high level of resiliency, confident in most of their colleagues in 44.6 %; rather satisfied than not satisfied 44.6 % of respondents with relations in the team. When asked about the presence of conflicts between supervisor and subordinates, respondents answered negatively in 48.7 % of cases (Fig. 1). Conflicts among coworkers and colleagues were denied in 57.2 % (Fig. 2).

The positive attitude to the husband's profession was reported by 57.9 % of wives (10.0 % – neutral; 1.8% – negative; 29.2% - found it difficult to answer), 80.8 % of parents (13.3 % – neutral; 1.5 % – negative; 4.4 % – difficult to answer), 76.0 % of friends (15.5 % – neutral; 1.5% – negative and 7.0 % – difficult to answer) (Fig. 3).

Representatives of the group with a low level of resiliency are confident in most of their colleagues 42.6 %, rather satisfied than not with the relations in the team 39.1 %. When asked about conflicts between supervisor and subordinates, 51.1 % of respondents answered positively (Fig. 1), in 46.8 % of respondents indicated the presence of conflicts among co-workers, colleagues (Fig. 2). The wives had a positive attitude to the work performed in 48.9 % (12.8 % – neutral and negative; 25.5 % – had difficulty answering), the parents in 55.3 % (31.8 % – neutral; 8.5 % - negative; 4.3 % – difficulty answering), friends, as well as parents, in 55.3 % (27.7 % – neutral; 12.8 % – negative; 4.3 % – difficulty answering) (Fig. 3).

Analyzing the specifics of interpersonal interaction, it was found that the subjects of extreme activity with a high level of resiliency had a mixed cooperative-conventional and responsible-great-hearted type of interpersonal relations, focused on congruence (Table; Fig. 4).

They are characterized by emotional lability, high level of responsibility and low level of aggressiveness, increased responsiveness to environmental influences, dependence of self-esteem on the opinion of significant others, aspiration to correspond to the group's expressions, propensity for cooperation. The desire to find community with others, enthusiasm, sensitivity to the emo-

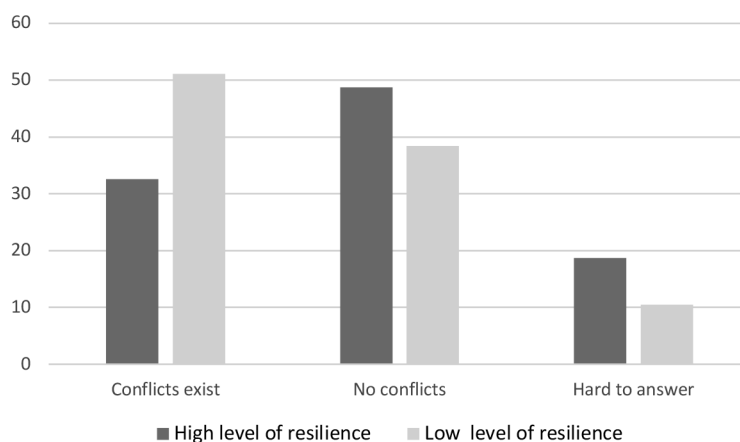


Fig. 1. Assessment of conflicts between supervisor and subordinates by respondents in groups 1 and 2
Рис. 1. Оценка наличия конфликтов между начальником и подчиненными респондентами 1-й и 2-й групп

Table

Specifics of interpersonal interaction between subjects of extreme activities with different levels of resiliency, Md (Q1 - Q3)

Таблица

Особенности межличностного взаимодействия субъектов экстремальной деятельности с разными уровнями жизнеспособности, Md (Q₁ - Q₃)

Scales	High level of resiliency	Low level of resiliency
	1 group	2 group
Power-Leading Type	7,00 (5,00-10,00)	8,00 (5,00-10,00)
Independent – dominant type	6,00 (5,00-7,00)	7,00 (5,00-8,00) *
Directly-aggressive type	6,00 (5,00-8,00)	7,00 (6,00-9,00) *
Distrustful – skeptical type	2,00 (1,00-4,00)	5,00 (3,00-8,00) *
The submissive – bashful type	4,00 (3,00-5,00)	5,00 (3,00-7,00) *
Dependent-obedient type	4,00 (3,00-6,00)	5,00 (3,00-8,00) *
Collaborative – conventional type	8,00 (6,00-9,00)	7,00 (5,00-9,00)
Responsible – generous type	8,00 (5,00-10,00)	7,00 (6,00-9,00)

Note: * – statistically significant differences ($p \leq 0.05$) according to the Mann–Whitney U-test for groups 1 and 2.

Примечание: * – статистически значимые отличия ($p \leq 0,05$) по данным U-критерия Mann–Whitney для 1-й и 2-й группы

tional mood of the group, a wide range of interests with some superficiality of hobbies was revealed. Their need for conformity with social norms of behavior, propensity to idealize the harmony of interpersonal relations, exaltation in manifestation of their beliefs, expressed emotional involvement, which was more superficial than it was declared; artistic type of perception and processing of information, a style of thinking - holistic, figurative. Easy entering into different social roles, flexibility in contacts, communicativeness, benevolence, sacrifice; striving for activity, useful

for all people; manifestation of mercy, charity, missionary type of personality. Artistry, the need to make a pleasant impression, to please others.

Statistically significant ($p \leq 0,05$) in individuals forming the group with high level of resiliency such features as distance, egocentricity, exaggerated level of pretensions, sense of rivalry, persistence in achieving the goal were less manifested.

For representatives of the group with a low level of resilience stenic, dominant personality type of interpersonal relations, manifested at the level of social activity in the form of leadership

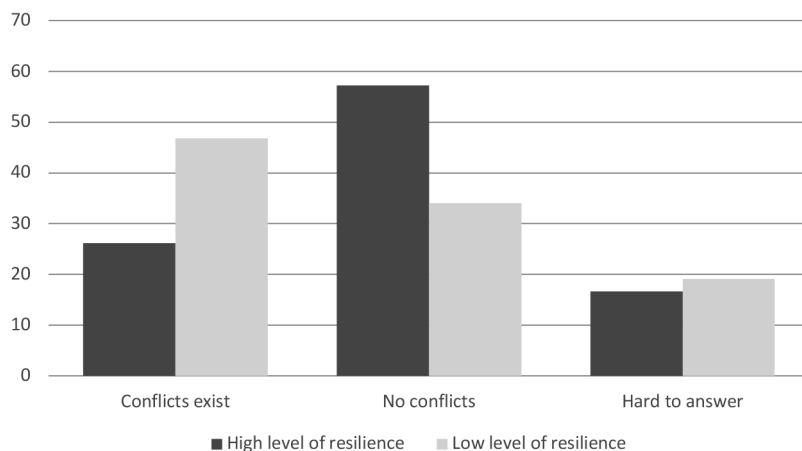


Fig. 2. Respondents in groups 1 and 2 assess the presence of conflicts among coworkers
Рис. 2. Оценка наличия конфликтов среди сослуживцев респондентами 1-й и 2-й групп

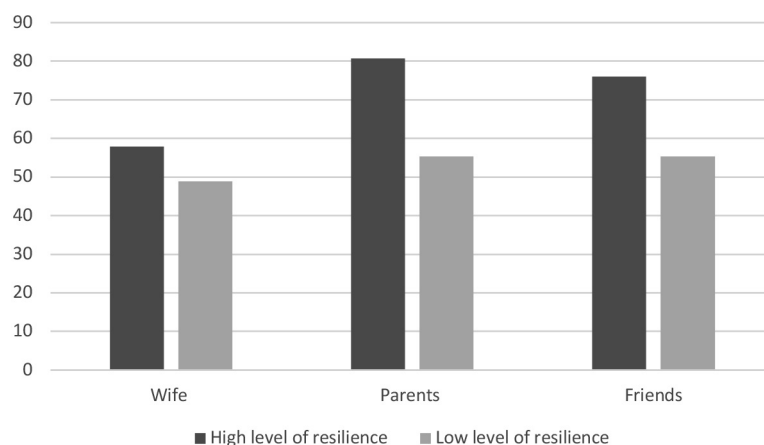


Fig. 3. Positive attitude of the reference environment to the chosen profession of subjects of extreme activity
Рис. 3. Положительное отношение референтного окружения к выбранной профессии субъектов экстремальной деятельности

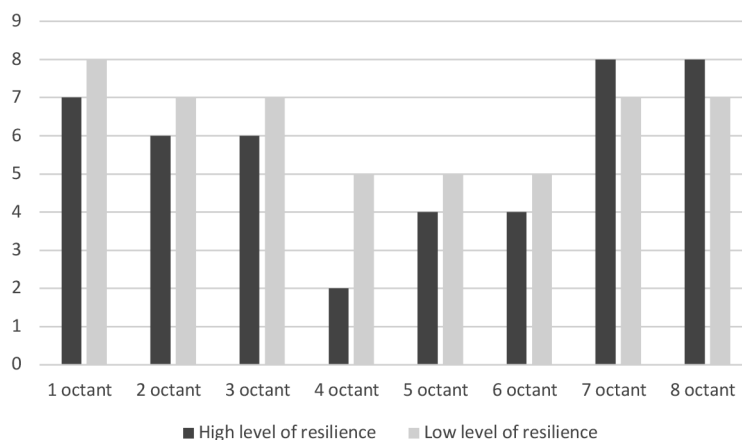


Fig. 4. Leading types of interpersonal relationships in individuals with different levels of resiliency (where: octant 1 – power-leading type, octant 2 – independent-dominant type, octant 3 – directly-aggressive type, octant 4 – distrustful-skeptical type, octant 5 – submissive- bashful type, octant 6 – dependent-obedient type, octant 7 – collaborative-conventional type, octant 8 – responsible-generous type)

Рис. 4. Ведущие типы межличностных отношений у лиц с разным уровнем жизнеспособности (1-й октант – властно-лидирующий тип, 2-й октант – независимо-доминирующий тип, 3-й октант – прямолинейно-агрессивный тип, 4-й октант – недоверчиво-скептический тип, 5-й октант – покорно-застенчивый тип, 6-й октант – зависимо-послушный тип, 7-й октант – сотрудничающий-конвенциональный тип, 8-й октант – ответственно-великодушный тип)

tendencies (Table; Fig. 4). Self-confidence, leader properties, ability to be a good mentor and organizer, orientation on own opinion and judgment (autonomy) were expressed.

Discussion. Analyzing the results of the study, it was found that the subjects of extreme activity with a high level of resiliency in interpersonal relations strive for close cooperation with the reference group, for friendly relations with others. They have expressed readiness to help people, developed a sense of responsibility. They were statistically significantly more satisfied with relations in the team, had fewer conflicts with co-workers.

Respondents with a low level of resiliency were more sensitive with emotional coldness and aloofness in interpersonal relations, they were more eager to draw attention to themselves, were slower to adapt, were less tolerant of changes of environment and more easily lost their equilibrium in social conflicts. They were less satisfied with team relations

and had more conflicts with co-workers and superiors. The results of the study fully correlate with the findings presented in the works of A.V. Kuramshev, L.V. Kovtuneneko, A.R. Mukhametzhanova and others on the role of family and the reference environment in raising a citizen of their country, their significant role in supporting personality, including that of an extreme occupational specialist.

Conclusions. The support of family, parents and friends plays an essential role in forming a high level of resiliency of a specialist of extreme activity. Congruent interaction with significant reference environment contributes to the leveling of conflict situations, so the formation of not just a favorable team climate, but the maintenance of comradeship, companionship, brotherly relations, based on the principles of mutual respect and mutual support determine the maintenance of a high level of professional vitality in the subjects of the extreme activity.

Information about the authors:

Svetlana V. Kotovskaya – Cand. of Sci. (Biol.), Associate Professor, Head of the Department of Pedagogy and Psychology, Moscow State University of Humanities and Economics, 49, Losionostrovskaya str., 107150, Moscow, Russia; e-mail: s.marunyak74@mail.ru

Igor M. Boyko – Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of mobilization preparation of healthcare and disaster medicine of the «Northern State Medical University» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; 51, Troitskiy av., 163000, Arkhangelsk, Arkhangelsk region, , Russia; e-mail: imboyko@mail.ru

Igor G. Mosyagin – Dr. of Sci. (Med.), professor, head of medical service of the High Command of the Navy; 1, Admiralteysky travel, leading researcher at the Central scientific research laboratory of the «Northern State Medical University» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, 1191055, Saint Petersburg, Russia; e-mail: mosyagin-igor@mail.ru

Anna I. Khokhrina – Assistant of the Department of Family Medicine and Internal Medicine of the “Northern State Medical University” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; 51, Troitskiy av., 163000, Arkhangelsk, Arkhangelsk region, Russia; e-mail: anna.boyko@mail.ru

Сведения об авторах:

Котовская Светлана Владимировна – кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой педагогики и психологии Федеральное бюджетное образовательное учреждение инклюзивного высшего образования «Московский государственный гуманитарно-экономический университет»), г. Москва, 107150, ул. Лосиноостровская, д. 49, Россия; e-mail: s.marunyak74@mail.ru; ORCID 0000-0001-7832-2702

Бойко Игорь Михайлович – кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры мобилизационной подготовки здравоохранения и медицины катастроф Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северный государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 163000, г. Архангельск, Архангельская обл., Троицкий пр., д. 51, Россия; e-mail: imboyko@mail.ru; ORCID 0000-0001-5918-7074

Мосягин Игорь Геннадьевич – доктор медицинских наук, профессор, начальник медицинской службы Главного командования Военно-Морского Флота; ведущий научный сотрудник Центральной научно-исследовательской лаборатории Государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Северный государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 191055, Санкт-Петербург, Адмиралтейский проезд, д. 1,; e-mail: mosyagin-igor@mail.ru; ORCID 0000-0003-2414-1644

Хохрина Анна Игоревна – ассистент кафедры семейной медицины и внутренних болезней Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северный государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 163000, г. Архангельск, Архангельская обл., Троицкий пр., д. 51, Россия; e-mail: anna.boyko@mail.ru; ORCID 0000-0001-6811-2285

Вклад авторов. Все авторы в равной степени участвовали в разработке концепции статьи, получении и анализе фактических данных, написании и редактировании текста статьи, проверке и утверждении текста статьи.

Наибольший вклад распределен следующим образом. Вклад в концепцию и план исследования – С.В. Котовская, И.Г. Мосягин. Вклад в сбор и математический анализ данных – С.В. Котовская, И.М. Бойко. Вклад в подготовку рукописи – С.В. Котовская, А.И. Хохрина.

Author contribution. All authors according to the ICMJE criteria participated in the development of the concept of the article, obtaining and analyzing factual data, writing and editing the text of the article, checking and approving the text of the article.
Special contribution. SVK, IGM contribution to the concept and plan of the study. SVK, IMB provided collection and mathematical analysis of data. SVK, AIKh contribution to the preparation of the manuscript.

Соответствие принципам этики: информированное согласие получено от каждого пациента. Одобрение исследования этическим комитетом не требовалось.

Adherence to ethical standards: informed consent is obtained from each patient. Approval of the study by an ethics committee was not required.

Потенциальный конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Disclosure. The authors declare that they have no competing interests.

Поступила/Received: 22.03.2023

Принята к печати/Accepted: 12.05.2023

Опубликована/Published: 30.06.2023

REFERENCES/ЛИТЕРАТУРА

1. Kuramshev A.V. The Role of the Family in the Sociology of O. Kont. *Bulletin of N.I. Lobachevsky Nizhny Novgorod University. Series: Social Sciences*, 2020, Vol. 59, № 3, pp. 135–139 (In Russ.) [Курамшев А.В. Роль семьи в социологии О. Конта // *Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки*. 2020. Т. 59, № 3. С. 135–139].
2. Kovtunen L.V. The role of the family in the education and resocialization of juvenile prisoners. *Journal of penitentiary system*, 2020, Vol. 219, № 8, pp. 28–34 (In Russ.) [Ковтуненко Л.В. Роль семьи в воспитании и ресоциализации несовершеннолетних осужденных // *Ведомости уголовно-исполнительной системы*. 2020. Т. 219, № 8. С. 28–34.]
3. *Human Resilience: Individual, Professional, and Social Aspects* / Ed. by A.V. Mahnach, L.G. Dikaya. Moscow: Institute of Psychology, Russian Academy of Sciences, 2016, 755 p. (In Russ.) [*Жизнеспособность человека: индивидуальные, профессиональные и социальные аспекты* / Отв. ред. А.В. Махнач, Л.Г. Дикая. М.: Изд-во «Институт психологии РАН». 2016. 755 с.]
4. Mahnach A.V. *Human Resilience: Socio-psychological Paradigm*. Moscow: Institute of Psychology, Russian Academy of Sciences, 2016, 459 p. (In Russ.) [Махнач А.В. *Жизнеспособность человека: социально – психологическая парадигма*. М.: Изд-во «Институт психологии РАН». 2016. 459 с.]
5. Kotovskaya S.V., Boyko I.M. Characteristics of resilience of military seafarers from the position of biopsychosocial approach. *Marine Medicine*, 2016, Vol. 2, № 2, pp. 43–50 (In Russ.) [Котовская С.В. Особенности жизнеспособности военных моряков с позиции биопсихосоциального подхода // *Морская медицина*. 2016. Т. 2, № 2. С. 43–50.]
6. Rylskaya E.A. Resilience and Qualitatively Specific Formation of Human Life World: Narrative Approach. *Modern Problems of Science and Education*, 2013, № 6, pp. 844–887 (In Russ.) [Рыльская Е.А. Жизнеспособность и качественно-своеобразное становление жизненного мира человека: нарративный подход // *Современные проблемы науки и образования*. 2013. № 6. С. 844–887].
7. Marunyak S.V., Shchukina E.G., Mosyagin I.G., Boyko I.M. Socio-psychological features of mental resilience as a self-organizing system in persons of extreme professions. *World of Psychology*, 2012, № 1, pp. 268–278 (In Russ.) [Маруняк С.В., Щукина Е.Г., Мосягин И.Г., Бойко И.М. Социально-психологические особенности ментального резильенса, как самоорганизующейся системы, у лиц экстремальных профессий // *Мир психологии*. 2012. № 1. С. 268–278]
8. Sobchik L.N. *Introduction into the psychology of individuality*. Moscow: Institute of Applied Psychology, 1998, 511 p. (In Russ.) [Собчик Л.Н. *Введение в психологию индивидуальности*. М.: Ин-т прикладной психологии. 1998. 511 с.]
9. Nasledov A.D. *Mathematical methods of psychological research. Analysis and interpretation of data*. St. Petersburg: Rech, 2008, 389 p. (In Russ.) [Наследов А.Д. *Математические методы психологического исследования. Анализ и интерпретация данных*. СПб.: Речь, 2008. 389 с.]

УДК 616.314-002-084

<https://doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-2-105-110>

ПРЕДРАСПОЛОЖЕННОСТЬ МОРЯКОВ К КАРИЕСУ И ПУТИ ЕЕ СНИЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОГО ПЛАВАНИЯ: ПРОСПЕКТИВНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

^{1,2} А.А. Сериков, ^{1,2} А.К. Иорданишвили*¹Международная академия наук экологии, безопасности человека и природы, Санкт-Петербург, Россия²Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

ВВЕДЕНИЕ: До настоящего времени глубоко не исследовали функциональную резистентность эмали зубов и возможности ее повышения в условиях длительного похода, что представляет медико-социальную проблему морской медицины.

ЦЕЛЬ: Оценить динамику функциональной резистентности эмали зубов у моряков и возможности ее повышения в условиях длительного похода.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ: Под наблюдением в течение 9 мес находились 49 мужчин в возрасте от 19 до 27 лет, которых периодически, один раз в квартал осматривали для оценки функциональной резистентности эмали зубов с помощью ТЭР-теста. Моряков углубленно обследовали в первую неделю плавания, а затем через каждые 3 мес, то есть каждый моряк был обследован 4 раза. В 1-ю контрольную группу исследования вошли 23 мужчины, которые в ходе длительного плавания осуществляли обычную для них общепринятую индивидуальную гигиену полости рта 2 раза в сутки. Во 2-ю основную группу исследования вошли 26 моряков, которые после индивидуального ухода за полостью рта дополнительно использовали гель для зубов реминерализующий АСЕПТА.

РЕЗУЛЬТАТЫ: В начале плавания показатели функциональной резистентности эмали зубов к кислоте у моряков 1-й и 2-й групп были практически одинаковыми и составляли соответственно $2,12 \pm 0,17$ и $2,13 \pm 0,17$ усл. ед. У моряков 1-й группы за период длительного плавания отмечалась тенденция к снижению функциональной резистентности эмали зубов до $2,52 \pm 0,12$ усл. ед., то время как у моряков 2-й группы функциональная резистентность эмали зубов достоверно повышалась до $0,79 \pm 0,21$ усл. ед., что свидетельствует об эффективности используемого ими геля для зубов реминерализующего АСЕПТА.

ОБСУЖДЕНИЕ: Ежедневное применение моряками 2-й основной группы исследования геля для зубов реминерализующего АСЕПТА в ходе длительного плавания позволило обеспечить повышение цифровых показателей резистентности эмали зубов на 37,1 %, что является важным фактором профилактики развития кариеса зубов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: У моряков при общепринятых индивидуальных мероприятиях по уходу за полостью рта в период длительного плавания отмечается снижение функциональной резистентности эмали зубов. Использование геля для зубов реминерализующего АСЕПТА позволяет на протяжении длительного плавания повысить функциональную резистентность эмали зубов. Поэтому можно рекомендовать морякам на период длительного плавания включать применение указанного реминерализующего средства для зубов в мероприятия по индивидуальному уходу за полостью рта.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: морская медицина, личный состав кораблей, зубы, кариес зубов, профилактика кариеса зубов, функциональная резистентность эмали, реминерализующие средства для зубов

*Для корреспонденции: Иорданишвили Андрей Константинович, e-mail: professoraki@mail.ru

*For correspondence: Andrey K. Iordanishvili, e-mail: professoraki@mail.ru

Для цитирования: Сериков А.А., Иорданишвили А.К. Предрасположенность моряков к кариесу и пути ее снижения в условиях длительного плавания // *Морская медицина*. 2023. Т. 9, № 2. С. 105-110. doi: <https://doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-2-105-110> EDN: <https://elibrary.ru/VBVHLE>

For citation: Serikov A.A., Iordanishvili A.K. Prevention of seals to caries and ways to reduce it in durable sailing // *Marine Medicine*. 2023. Т. 9, № 2. С. 105-110. doi: <https://doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-2-105-110> EDN: <https://elibrary.ru/VBVHLE>

© Авторы, 2023. Издатель ООО Балтийский медицинский образовательный центр. Данная статья распространяется на условиях «открытого доступа» в соответствии с лицензией CCBY-NC-SA 4.0 («Attribution-NonCommercial-Share-Alike» / «Атрибуция-Некоммерчески-Сохранение Условий» 4.0), которая разрешает неограниченное некоммерческое использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии указания автора и источника. Чтобы ознакомиться с полными условиями данной лицензии на русском языке, посетите сайт: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.ru>

SEAFARERS PREDISPOSITION TO CARIES AND WAYS TO DECREASE IT ON LONG VOYAGE: A PROSPECTIVE STUDY

^{1,2}Anton A. Serikov, ^{1,2}Andrey K. Iordanishvili*

¹International Academy of Ecology, Human and Nature Safety Sciences, St. Petersburg, Russia

²Military Medical Academy named after S.M. Kirov, St. Petersburg, Russia

INTRODUCTION: Until recent times, the questions of tooth enamel functional resistance and possibility of its increase on long voyage were not thoroughly investigated that poses medical and social problems in maritime medicine.

OBJECTIVE: To assess the dynamics of tooth enamel functional resistance for seafarers and possibility of its increase on long voyage.

MATERIALS AND METHODS: 49 men aged 19-27 were monitored for 9 months, being periodically examined once a quarter for assessing tooth enamel functional resistance, done by TER test. The seafarers had in-depth examination in the first week of voyage and then every 3 months, i.e. 4 times for each examined seafarer. The first control group included 23 men, who carried out their standard 2-time individual oral hygiene per day on long voyage. The second main study group included 26 seafarers, who additionally used remineralizing tooth gel ASEPTA after individual oral care.

RESULTS: At the voyage start rates of tooth enamel functional resistance to acid were almost the same for the seafarers of the 1st and 2nd groups and were $2,12 \pm 0,17$ and $2,13 \pm 0,17$ srvc. units, respectively. On long voyage the seafarers of the 1st group tended to have lower tooth enamel functional resistance up to $2,52 \pm 0,12$ srvc. units, while the seafarers of the 2nd group experienced significant increase in tooth enamel functional resistance up to $0,79 \pm 0,21$ srvc. unit, which indicates effectiveness of their using remineralizing tooth gel ASEPTA.

DISCUSSION: The daily use of remineralizing tooth gel ASEPTA by the seafarers of the 2nd main study group on long voyage allowed to increase numerical rating of tooth enamel resistance by 37,1%, being an important factor in preventing the risk of dental caries.

CONCLUSION: On long voyage seafarers experience decline in tooth enamel functional resistance with commonly accepted individual oral hygiene. The use of remineralizing tooth gel ASEPTA allows to improve tooth enamel functional resistance. Thus, its application can be recommended in seafarers' individual oral hygiene on long voyage.

KEYWORDS: marine medicine, ship crew, teeth, dental caries, prevention of dental caries, tooth enamel functional resistance, remineralizing teeth products

Введение. Личный состав экипажей кораблей, независимо от условий их профессиональной деятельности, постоянно подвергается воздействию различных природных и экопатогенных факторов [1]. У моряков сравнительно часто выявляются заболевания височно-нижнечелюстного сустава и жевательных мышц [2], острые гнойные осложнения хронической одонтогенной инфекции, а также хронический генерализованный пародонтит и его обострения [3]. Кроме этого, у моряков в условиях длительного похода из-за особенностей состава и свойств питьевой воды может снижаться устойчивость твердых тканей зубов к кариесу [4]. До настоящего времени глубоко не исследовалась функциональная резистентность эмали зубов и возможности ее повышения в условиях длительного похода, что представляет медико-социальную проблему морской медицины.

Цель. Оценить динамику функциональной резистентности эмали зубов у моряков и возможности ее повышения в условиях длительного похода.

Задачи. Изучить влияние длительного плавания на минерализацию эмали зубов и опре-

делить эффективность применения местного реминерализующего состава в условиях длительного морского плавания.

Материалы и методы. Под наблюдением в течение 9 мес (длительное плавание) находились 49 мужчин в возрасте от 19 до 27 лет, которых периодически 1 раз в квартал осматривали на предмет оценки функциональной резистентности эмали зубов с помощью ТЭР-теста, предложенного В.Р. Окушко [5]. Моряков углубленно обследовали в первую неделю плавания, а затем через каждые 3 мес, то есть каждого моряка обследовали 4 раза. Согласно методике, у моряков исследование резистентности эмали проводили на одном из центральных резцов верхней челюсти, для чего очищали коронку зуба от возможного зубного налета, высушивали ее, а затем наносили 1 % раствор HCl, создавая на поверхности коронки каплю диаметром до 2 мм. Через 5 сек каплю смывали дистиллированной водой, высушивали коронку зуба ватным шариком и на место протравливания наносили каплю 1 % раствора метиленового синего, которую сразу удаляли ватным шариком и оценивали кислотоустойчивость эмали в баллах, то

есть ее резистентность, по интенсивности образовавшейся на коронковой части зуба окраске, которую регистрировали, сравнивая со стандартной 10-балльной шкалой оттенков синего цвета от 0 баллов (при полном отсутствии окрашивания протравленной части коронки зуба) до 10 баллов (при наиболее интенсивном окрашивании в протравленной части коронки зуба в синий цвет).

Для изучения эффективности применения геля для зубов реминерализующего АСЕПТА (АО «ВЕРТЕКС», Санкт-Петербург, Россия) все моряки были разделены на 2 группы. В 1-ю контрольную группу исследования вошли 23 мужчины, которые в ходе длительного плавания осуществляли обычную для них индивидуальную гигиену полости рта 2 раза в сутки, а именно осуществляли уход за полостью рта с помощью мануальной зубной щетки и зубной пасты. Во 2-ю основную группу исследования вошли 26 моряков, которые после индивидуального ухода за полостью рта дополнительно использовали, согласно аннотационной характеристике, гель для зубов реминерализующий АСЕПТА, который содержит биомиметический гидроксипатит и способствует быстрой и эффективной минерализации эмали зубов [6, 7].

С помощью зубной щетки гель распределяли по поверхности зубов, создавали возможность его аппликации с твердыми тканями зубов на 1–2 мин, а затем избытки геля сплевывали без последующего полоскания полости рта. Моряков предупреждали, что индивидуальный уход за зубами следовало осуществлять утром после завтрака и вечером после ужина перед сном. После применения геля реминерализующего рекомендовали в течение получаса не принимать пищу и не пить.

Исследование полностью соответствовало этическим стандартам Комитета по экспериментам на человеке Хельсинкской декларации 1975 г., ее пересмотренного варианта 2000 г. и получило одобрение этического комитета Международной академии наук экологии, безопасности человека и природы (протокол № 3 от 23.03.2023 г.).

Достоверность различий средних величин независимых выборок подвергали оценке при помощи параметрического критерия Стьюдента при нормальном законе распределения и непараметрического критерия Манна–Уитни при отличии от нормального распределения пока-

зателей. Проверку на нормальность распределения оценивали при помощи критерия Шапиро–Уилкса. Для статистического сравнения долей с оценкой достоверности различий применяли критерий Пирсона χ^2 с учетом поправки Мантеля–Хэнзеля на правдоподобие. Во всех процедурах статистического анализа считали достигнутый уровень значимости (p), критический уровень значимости при этом был равным 0,05.

Результаты исследования резистентности эмали зубов у моряков 1-й и 2-й групп в начале плавания показало, что показатели функциональной резистентности эмали зубов к кислоте были практически одинаковыми и составляли соответственно $2,12 \pm 0,17$ и $2,13 \pm 0,17$ усл. ед. ($p \geq 0,05$). Спустя 3 мес плавания и до окончания длительного морского похода у моряков 1-й контрольной группы отмечалась тенденция к снижению функциональной резистентности эмали зубов (рис. 1). Спустя 9 мес от начала похода функциональная резистентность эмали зубов к кислоте равнялась в этой группе моряков $2,52 \pm 0,12$ ($p \leq 0,05$). Несмотря на то что такой цифровой показатель характеризует высокую структурно-функциональную резистентность эмали [5], следует говорить о неблагоприятной динамике этого показателя в целом, что может способствовать развитию кариеса зубов.

У моряков 2-й основной группы на протяжении всего длительного плавания выявлена достоверная тенденция к повышению функциональной резистентности эмали зубов к кислоте (см. рис. 1). Так, спустя 3, 6 и 9 мес плавания у моряков 2-й группы исследования показатели функциональной резистентности эмали зубов равнялись соответственно $1,79 \pm 0,19$; $1,11 \pm 0,17$ и $0,79 \pm 0,21$ усл. ед. ($p \leq 0,01$). На рис. 2 представлена динамика показателей ТЭР-теста у моряков из контрольной и основной групп исследования на протяжении длительного плавания.

Обсуждение. Профессиональная деятельность моряков из-за смены климатогеографических зон и потребления используемой ими питьевой воды при обычном индивидуальном уходе за полостью рта способствует снижению резистентности эмали зубов, что показано на примере моряков из 1-й контрольной группы исследования. Такая неблагоприятная динамика функциональной резистентности эмали может явиться предрасполагающим фактором

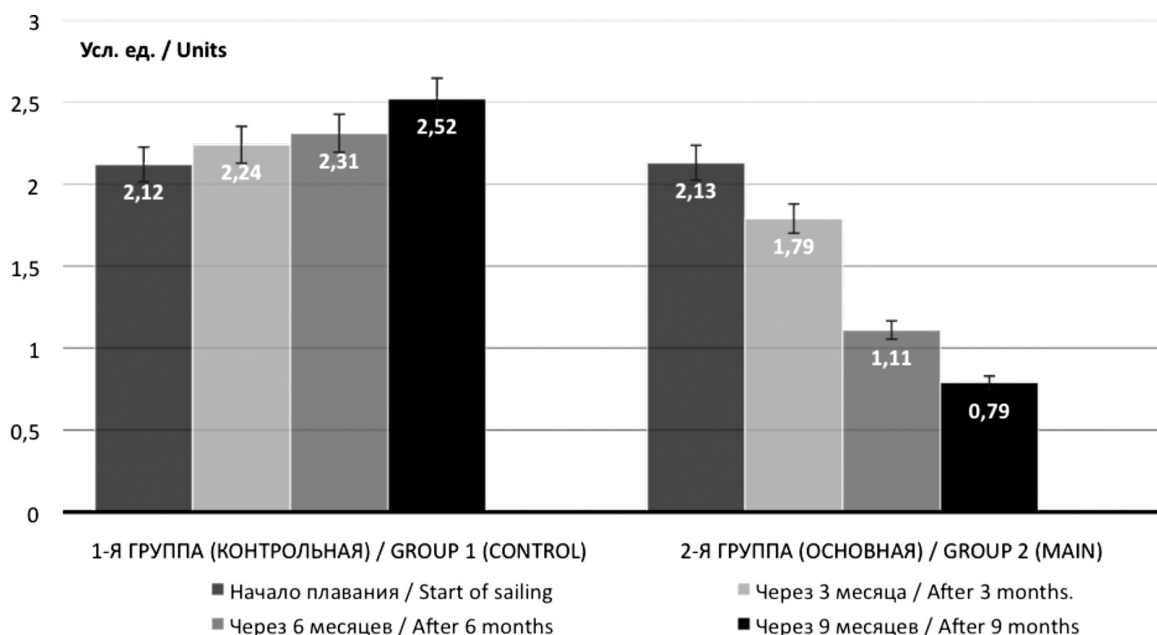


Рис. 1. Показатели функциональной резистентности эмали зубов к кислоте у моряков контрольной и основной групп исследования на протяжении длительного плавания, усл. ед.
Fig. 1. Indexes of functional resistance of tooth enamel to acid in the seafarers of the control and main study groups during a long voyage, units

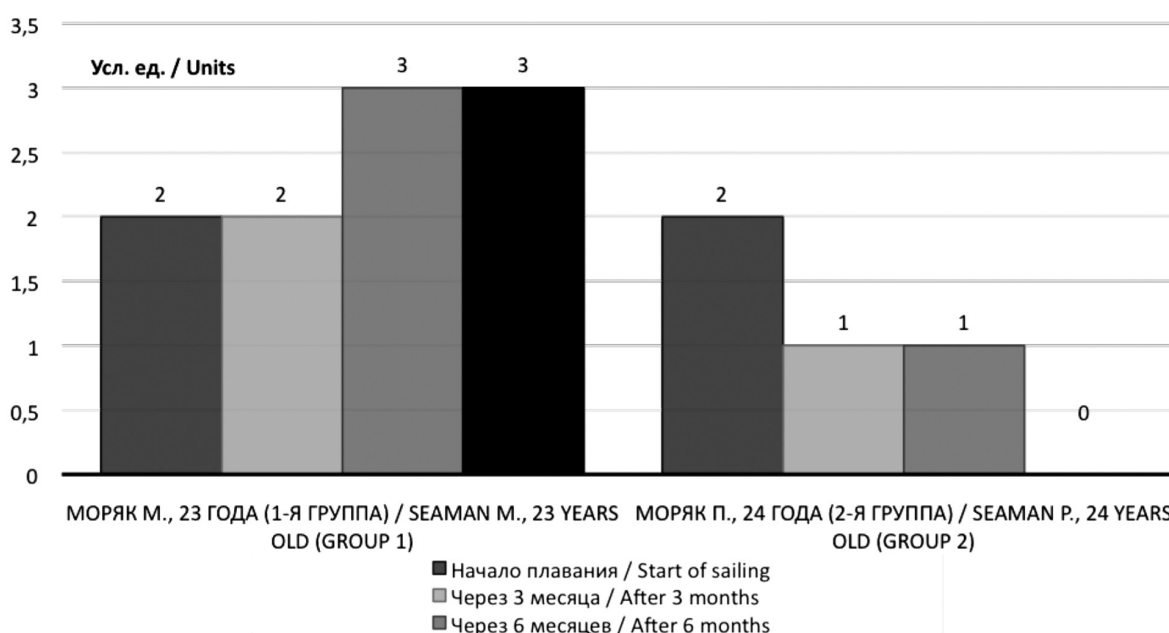


Рис. 2. Динамика показателей функциональной резистентности эмали зубов к кислоте у 2 обследованных моряков из 1-й и 2-й групп исследования на протяжении длительного плавания, усл. ед.
Fig. 2. Dynamics of indices of functional resistance of teeth enamel to acid in 2 seafarers from groups 1 and 2 of the study during a long voyage, units

развития у моряков кариеса зубов, хотя ТЭР-тест спустя 9 месяцев плавания все еще выявлял наличие у моряков высокой структурно-функциональной резистентности эмали.

Ежедневное применение моряками 2-й основной группы исследования геля для зубов

реминерализующего АСЕПТА в ходе длительного плавания позволило обеспечить положительную динамику цифровых показателей резистентности эмали зубов, которая достоверно отличалась от аналогичных в 1-й группе, хотя эти показатели, согласно оценочным рекомен-

дациям ТЭР-теста [5], также характеризовали высокую структурно-функциональную резистентность эмали. При этом можно достоверно говорить о благоприятной динамике показателей ТЭР-теста у моряков 2-й группы исследования, что свидетельствует о повышении функциональной резистентности эмали, и, очевидно, будет способствовать профилактике развития кариеса зубов у моряков в период длительного плавания.

Заключение. Резюмируя изложенное выше, можно заключить, что у моряков при общепринятых индивидуальных мероприятиях по уходу за полостью рта в период длительного плавания отмечается снижение функциональ-

ной резистентности эмали зубов, что может явиться предрасполагающим фактором для развития кариеса зубов. Использование современного отечественного геля для зубов реминерализующего АСЕПТА, содержащего биомиметический гидроксипапатит, позволяет на протяжении длительного плавания повысить функциональную резистентность эмали зубов на 37,1 %, что является важным фактором профилактики развития кариеса зубов. Поэтому можно рекомендовать морякам на период длительного плавания включать применение геля для зубов реминерализующего АСЕПТА в мероприятия по индивидуальному уходу за полостью рта.

Сведения об авторах:

Сериков Антон Анатольевич – кандидат медицинских наук, Международная академия наук экологии, безопасности человека и природы, доцент кафедры общей стоматологии Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова; 194044, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; e-mail: mdgrey@bk.ru; ORCID: 0000-0003-3610-4373

Иорданишвили Андрей Константинович – доктор медицинских наук, профессор, Международная академия наук экологии, безопасности человека и природы, профессор кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова; 194044, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; e-mail: professoraki@mail.ru; ORCID: 0000-0002-8026-0800

Information about the authors:

Anton A. Serikov – Cand. of Sci. (Med.), International Academy of Ecology, Human and Nature Safety Sciences, associate professor of the Department of General Dentistry, Military Medical Academy named after S.M. Kirov, 194044, Saint Petersburg, Academician Lebedev St., 6; e-mail: mdgrey@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3610-4373>

Andrey K. Iordanishvili – Dr. of Sci. (Med.), professor, International Academy of Ecology, Human and Nature Safety Sciences, professor of the chair of maxillofacial surgery and surgical dentistry of the Military Medical Academy named after S.M. Kirov; 194044, Saint Petersburg, Academician Lebedev St., 6; e-mail: professoraki@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8026-0800>

Вклад авторов. Все авторы в равной степени участвовали в разработке концепции статьи, получении и анализе фактических данных, написании, редактировании, проверке и утверждении текста статьи.

Author contribution. All authors according to the ICMJE criteria participated in the development of the concept of the article, obtaining and analyzing factual data, writing and editing the text of the article, checking and approving the text of the article.

Соответствие принципам этики: информированное согласие получено от каждого пациента. Исследование одобрено этическим комитетом Международной академии наук экологии, безопасности человека и природы (протокол № 3 от 23.03.2023 г.).

Adherence to ethical standards: informed consent is obtained from each patient. The study was approved by the Ethics Committee of the International Academy of Ecology, Human and Nature Safety Sciences (protocol No. 3 of 23.03.2022).

Потенциальный конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Disclosure. The authors declare that they have no competing interests.

Поступила/Received: 10.02.2023

Принята к печати/Accepted: 02.03.2023

Опубликована/Published: 30.06.2023

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Евдокимов В.И., Григорьев С.Г., Сивашченко П.П. Обобщенные показатели заболеваемости у личного состава Вооруженных сил России (2003–2016гг.) // *Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях*. 2017. № 3. С. 47–64. [Evdokimov V.I., Grigor'ev S.G., Sivashchenko P.P. Generalized incidence rates in Russia's military personnel (2003–2016). *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*, 2017, № 3, pp. 47–64 (In Russ.).]
2. Лепилин А.В., Коннов В.В., Багарян Е.А., Арушанян А.Р. Клинические проявления патологии височнонижнечелюстных суставов и жевательных мышц у пациентов с нарушениями окклюзии зубов и зубных рядов // *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2010. Т. 6, № 2. С. 405–410. [Lepilin A.V., Konnov V.V., Bagaryan E.A., Arushanyan A.R. Clinical Manifestations of pathology of temporomandibular joints and masticatory muscles in patients with teeth occlusion and teeth row disturbances. *Saratov Journal of Medical Scientific Research*, 2010, Vol. 6, № 2, pp. 405–410 (In Russ.).]

3. Зарипова Э.М., Мингазова Э.Н., Иорданишвили А.К. Совершенствование лечебно-профилактической работы врача-стоматолога медсанчасти речного пароходства // *Пародонтология*. 2009. Т. 50, № 1. С. 57–59 [Zaripova E.M., Mingazova E.N., Iordanishvili A.K. Perfection of therapeutic and prophylactic work of a dentist-dentist of the medical part of the river navigation company. *Periodontology*, 2009, Vol. 50, № 1, С. 57–59 (In Russ.)].
4. Черныш В.Ф., Гребнев Г.А., Иорданишвили А.К., Лачин Р.А., Сливкин А.А. История организации санации полости рта в Российской армии // *Вестник Российской военно-медицинской академии*. 2015. Т. 50, № 2. С. 175–178. [Cher-nysh V.F., Grebnev G.A., Iordanishvili A.K., Lachin R.A., Slivkin A.A. History of organization of oral cavity sanitation in Russian army. *Bulletin of Russian Military Medical Academy*, 2015, Vol. 50, № 2, С. 175–178 (In Russ.)].
5. Окушко В.Р. *Физиология эмали и проблема кариеса зубов*. Кишинев: Шчтница. 1989. 80 с. [Okushko V.R. *The physiology of enamel and the problem of dental caries*. Kishinev: Shchtnitsa, 1989, 80 p. (In Russ.)].
6. Леонтьев В.К. *Эмаль зубов как биокibernетическая система*. М.: Геотар-Медиа. 2016. 72 с. [Leontiev V.K. *Dental enamel as a biocybernetic system*. Moscow: Geotar-Media, 2016, 72 P. (In Russ.)].
7. Солдатов В.С., Солдатова Л.Н., Иорданишвили А.К. Функциональная резистентность эмали у пациентов в период ортодонтического лечения и пути ее улучшения // *Институт стоматологии*. 2022. № 4. С. 50–51 [Soldatov V.S., Soldatova L.N., Iordanishvili A.K. Functional resistance of enamel in patients during orthodontic treatment and ways to improve it. *Institute of Stomatology*, 2022, № 4, С. 50–51 (In Russ.)].

УДК 614.2

<https://doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-2-111-125>

РАСЧЕТ НЕОБХОДИМОГО ОБЪЕМА ВЫБОРКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ G*POWER

*Е.А. Кригер, С.Н. Драчев, Н.А. Митькин, В.А. Постоев, А.М. Гржибовский**
Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск, Россия

Расчет адекватного объема выборки является важнейшим шагом в получении достоверных и обобщаемых результатов в сфере биомедицинских исследований. Это позволяет найти компромисс между временными, ресурсными и этическими аспектами планирования и проведения исследований. Статистическое программное обеспечение позволяет быстро и удобно рассчитать размер выборки, но выбор метода расчета в значительной степени зависит от характеристик данных и исследовательского вопроса.

В статье представлен практический и доступный метод расчета необходимого объема выборки для проведения исследований, ставящих целью сравнение средних величин в нескольких группах при помощи бесплатного программного обеспечения G*Power.

Описаны варианты расчета выборки для применения критерия Стьюдента для двух независимых выборок и однофакторного дисперсионного анализа, а также непараметрических критериев Вилкоксона и Манна-Уитни. Статья шаг за шагом проводит читателей через расчеты объема выборки для сравнения одной группы с заданным значением, двух независимых групп, а также трех и более независимых групп. Последовательное изложение материала и формат примеров в статье облегчают знакомство читателей с новой и доступной программой. Настоящая работа может быть полезна начинающим исследователям, находящимся на этапе планирования исследований, как практическое руководство по расчету необходимого объема выборки для параметрических и непараметрических методов анализа с целью проверки статистических гипотез о равенстве центральных тенденций в независимых совокупностях.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: морская медицина, размер выборки, параметрические критерии, непараметрические критерии, G*Power

*Для корреспонденции: Гржибовский Андрей Мечиславович, e-mail: A.Grjibovski@yandex.ru

*For correspondence: *Andrej M. Grjibovski*, e-mail: A.Grjibovski@yandex.ru

Для цитирования: Кригер Е.А., Драчев С.Н., Митькин Н.А., Постоев В.А., Гржибовский А.М. Расчет необходимого объема выборки с использованием программы G*Power // *Морская медицина*. 2023. Т. 9, № 2. С. 111-125, doi: <https://doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-2-111-125> EDN: <https://elibrary.ru/ZDCEUG>

For citation: Krieger E.A., Drachev S.N., Mitkin N.A., Postoev V.A., Grjibovski A.M. Sample size calculation using G*Power software // *Marine Medicine*. 2023. Vol. 9, № 2. P. 111-125, doi: <https://doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-2-111-125> EDN: <https://elibrary.ru/ZDCEUG>

SAMPLE SIZE CALCULATION USING G*POWER SOFTWARE

*Ekaterina A. Krieger, Sergei N. Drachev, Nikita A. Mitkin, Vitaly A. Postoev, Andrej M. Grjibovski**
Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia

Sample size calculation is a critical step in planning a research project to obtain valid and generalizable results in biomedical sciences. It enables researchers to reach a balance between time, resources, and ethical considerations when planning and conducting research. Statistical software can assist in calculating sample size, but calculation method depends on the data characteristics and the research question.

This article presents a practical tool for calculating the required sample size for studies that aim to compare measures of central tendency for several research questions using the G*Power software. Sample size calculation for Student's unpaired t-test, one-way analysis of variance (ANOVA), as well as their non-parametric analogs – Wilcoxon and Mann-Whitney tests are presented. The article walks readers step by step through sample size calculations for the abovementioned situations using practical examples. Therefore, this paper has a potential to become a valuable resource for junior researchers who are at the planning

© Авторы, 2023. Издатель ООО Балтийский медицинский образовательный центр. Данная статья распространяется на условиях «открытого доступа», в соответствии с лицензией ССВУ-NC-SA 4.0 («Attribution-NonCommercialShare-Alike» / «Атрибуция-Некоммерчески-Сохранение Условий» 4.0), которая разрешает неограниченное некоммерческое использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии указания автора и источника. Чтобы ознакомиться с полными условиями данной лицензии на русском языке, посетите сайт: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.ru>

phase of their research. It serves as a practical guide for calculating the required sample size for parametric and nonparametric methods of analysis to test statistical hypotheses about the equality of measures of central tendency in unpaired groups.

KEYWORDS: marine medicine, sample size, parametric criteria, non-parametric criteria, G*Power.

Введение. При биомедицинских исследованиях, оценивая параметры генеральной совокупности (например, среднее или медианное значение количественного показателя; долю; относительный риск; отношение шансов и др.), часто полагаются на результаты, полученные на выборочной совокупности (выборке), которая сформирована из этой генеральной совокупности. Ключевым вопросом на этапе планирования таких исследований является обеспечение качественной и количественной репрезентативности данной выборки. Последняя определяется минимальным количеством участников исследования (объемом выборки), необходимым для ответа на поставленный исследовательский вопрос с определенным уровнем точности и приемлемой вероятностью ошибок 1-го и 2-го рода [1]. Действительно, недостаточный объем выборки не позволит исследователю обнаружить различия между изучаемыми группами, даже если в действительности эти различия существуют. С другой стороны, слишком большая выборочная совокупность приведет к неэффективному расходованию финансовых и временных ресурсов на ее формирование; большее число участников исследования будет подвергнуто неоправданному риску, что особенно важно в экспериментальных исследованиях, и является неоправданным с этической точки зрения [1]. Кроме того, статистически значимые различия между исследуемыми группами, полученные на больших выборках, могут не иметь клинической значимости, что также необходимо учитывать при анализе результатов и формулировании выводов.

В исследовательской практике для сравнения средних значений используются параметрические методы, такие как t -критерий Стьюдента и дисперсионный анализ [2, 3]. Однако данные в биомедицинских исследованиях могут иметь распределение, отличное от нормального, что делает параметрические методы ненадежными, особенно при малых объемах выборки. В этом случае исследователи могут рассмотреть альтернативные методы, такие как преобразование данных или непараметрические критерии [4].

Целью данной работы является пошаговое описание расчета объема выборки для сравнения центральных тенденций (средних величин) с использованием как параметрических, так и непараметрических статистических критериев с помощью программного обеспечения G*Power в помощь исследователям, планирующим свои научные проекты. Расчеты объема выборки будут представлены для непарного критерия Стьюдента и однофакторного дисперсионного анализа трех и более независимых групп; рангового критерия Вилкоксона для одной выборки и U -критерия Манна-Уитни для двух независимых выборок.

Существуют разные подходы к расчету объема выборки, которые могут опираться либо на приемлемую точность результатов исследования, либо на статистическую мощность исследования. Второй подход встречается более часто в аналитических исследованиях, и большинство современных средств автоматизированного определения объема выборки используют именно его. Хотя данный расчет может быть реализован вручную, с использованием формул, которые приведены в пособиях по статистическому анализу, более удобным и быстрым способом расчета является применение пакетов прикладных статистических программ, таких как Stata (StataCorp, College Station, TX, США), STATISTICA (StatSoft, Россия), или специальных программ, таких как PASS (NCSS, Kaysville, Utah, США). Однако эти программы не являются бесплатными, что ограничивает их использование. В данной работе мы представляем возможности свободно распространяемого программного обеспечения G*Power для расчета объема выборки. Данный программный продукт разработан в университете Дюссельдорфа (Германия) и доступен к бесплатному скачиванию с официального сайта (<https://www.psychologie.hhu.de/arbeitsgruppen/allgemeine-psychologie-und-arbeitspsychologie/gpower>) [5, 6]. Программа может быть установлена на компьютеры, использующие операционные системы Windows и Mac OS. Для подготовки данной статьи была

использована программа G*Power 3.1.9.7 for Windows.

Расчет объема выборки для применения критерия Стьюдента для двух независимых групп

После установки программы G*Power для ее запуска необходимо нажать на ярлык **βa**. Откроется главное диалоговое окно, которое показано на рис. 1.

Для расчета объема выборки в графе Test family / Семейство критериев выбирается нужная категория статистического критерия из выпадающего списка, включающего Exact (точный)-тест, F-тест, t-тест, χ^2 -тест, z-тест. В нашем случае для сравнения двух независимых выборок, в которых распределение признака подчиняется закону нормального распределения, t-критерий Стьюдента для двух непарных выборок. Это параметрический тест, следовательно, в графе Statistical test / Статистический тест из выпадающего списка нужно выбрать Means: Difference between two independent means (two groups) / Средние: разница между двумя независимыми средними (две группы). Объем выборки необходимо рассчитывать при планировании исследования, то есть до начала процедуры сбора данных. В этом случае в графе Type of power analysis / Тип анализа мощности следует выбрать A priori: Compute required sample size – given α , power, and effect size / Априори: вычислить необходимый размер выборки — учитывая величину α -ошибки, мощность и величину эффекта. Далее в разделе Input parameters / Входные параметры необходимо задать 5 параметров для расчета: tail(s), α err prob, power (1- β err prob), effect size d, allocation ratio N2/N1. Остановимся на данных параметрах более подробно.

В программе G*Power используется принцип тестирования нулевой (H_0) гипотезы Неймана–Пирсона [7], поэтому перед проведением расчетов необходимо сформулировать H_0 и альтернативную (H_1) гипотезу. В зависимости от формулировки H_0 и H_1 в графе Tail(s) следует выбрать один из вариантов: one – односторонний тест или two – двусторонний тест. Пример формулировки H_0 и H_1 для сравнения средних значений какого-либо количественного показателя для двустороннего теста (two-tailed test) может быть записан следующим образом:

$H_0: \mu_1 = \mu_2$, среднее значение в одной популяции равно среднему значению в другой популяции;

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$, популяционные средние значения не равны, среднее значение в популяции 2 больше или меньше среднего значения в популяции 1.

Для одностороннего теста (one-tailed test) H_0 и H_1 гипотезы могут быть представлены как:

$H_0: \mu_1 \leq \mu_2$, среднее значение в популяции 1 не превышает среднее значение в популяции 2;

$H_1: \mu_1 > \mu_2$, среднее значение в популяции 1 выше среднего значения в популяции 2.

Применение одностороннего теста может быть использовано, например, при оценке эффективности лечения. Следует обратить внимание, что для проведения одностороннего теста потребуется меньший объем выборки в сравнении с двусторонним тестом, но использовать его следует только в том случае, если мы точно знаем направленность изучаемой взаимосвязи. Во всех остальных случаях применение двустороннего теста является вариантом выбора. Применение принципа Неймана–Пирсона для тестирования H_0 также реализовано в программе G*Power графически (рис. 2). В раз-

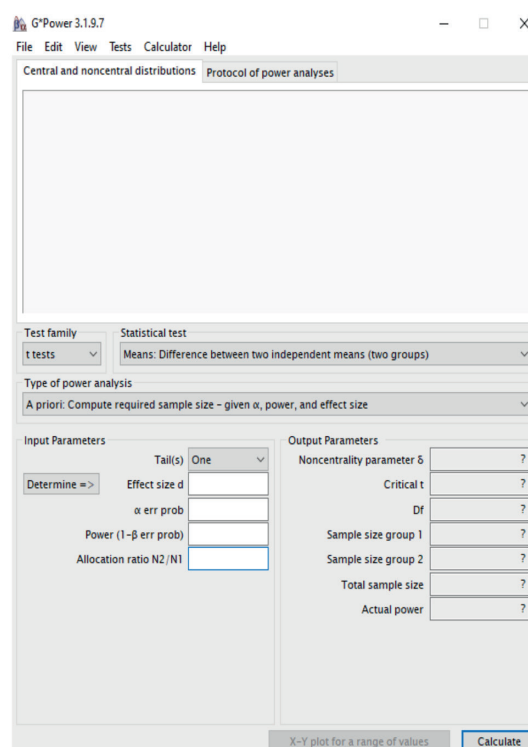


Рис. 1. Главное диалоговое окно программы G*Power

Fig. 1. G*Power main dialogue box

деле Central and noncentral distributions/ Центральное и нецентральное распределение (после введения всех необходимых параметров) будут представлены две кривые, демонстрирующие распределение значений t -критерия Стьюдента при условии, что верна H_0 (сплошная кривая) или верна H_1 (пунктирная кривая). Впоследствии при проведении статистического анализа данных мы принимаем одно из возможных решений: принимаем H_0 / отклоняем H_1 или отклоняем H_0 / принимаем H_1 . Таким образом, при отклонении нулевой гипотезы альтернативная гипотеза принимается автоматически и наоборот. Наш выбор будет зависеть от заданного уровня α -/ β -ошибок и мощности исследования, которые также следует учесть при расчете необходимого объема выборки.

Ошибка 1-го рода (α -ошибка) сопряжена с получением ложноположительного результата, то есть с вероятностью найти различия там, где они реально отсутствуют. Ошибка 2-го рода (β -ошибка) приводит к ложноотрицательному выводу, когда исследователи не находят различий там, где эти различия действительно существуют. И первая, и вторая ситуации являются нежелательными с точки зрения корректности будущих выводов. Традиционно в биомедицинских исследованиях величина α -ошибки зада-

ется равной 0,05 (или 5 %), а величина β -ошибки – 0,20 (или 20 %), но в зависимости от цели исследования размер этих ошибок может быть изменен. При этом важно учитывать, что при уменьшении уровня α -ошибки, увеличивается величина β -ошибки и наоборот, что наглядно представлено на рис. 2. Мощность исследования рассчитывается по формуле: $1-\beta$, то есть определяется вероятностью не совершить ошибку 2-го рода. Другими словами, статистическая мощность – вероятность найти различия, если они в действительности существуют [1]. Исходя из рекомендуемого уровня β -ошибки 0,20 (или 20 %), мощность исследования признается достаточной при значении 0,80 (80 %) и более. С учетом сказанного выше, для расчета объема выборки задается значение α -ошибки (α err prob) и необходимая мощность исследования Power ($1-\beta$ err prob).

Объем выборки зависит от величины различий между группами (величина эффекта), которую необходимо определить с учетом цели исследования и предположения о потенциальной клинической/эпидемиологической значимости этого эффекта. Важно понимать, что, с одной стороны, увеличение потенциального эффекта, который может быть зафиксирован в исследовании, будет снижать необходимый объем выборки, с другой стороны, арифметически небольшой эффект не обязательно будет иметь клиническую значимость и, как следствие, практическое применение. Значение величины эффекта может быть задано априори в поле Effect size d , где d – величина эффекта Коэна. Значение величины эффекта равно 0,2 считается малым эффектом, 0,5 – средним эффектом, 0,8 – большим эффектом. Кроме того, величину эффекта можно определить расчетным способом, нажав на Determine/Определить и указав среднее значение и стандартное отклонение (SD) для двух групп, опираясь на данные публикаций или небольшого пилотного исследования. Последним параметром, который необходимо ввести в поле Input parameters, является Allocation ratio N_2/N_1 / Коэффициент распределения N_2/N_1 , отражающий соотношение участников исследования в двух сравниваемых группах.

Рассмотрим, как проводится расчет необходимого объема выборки для сравнения количественных показателей, подчиняющихся закону нормального распределения, в двух независи-

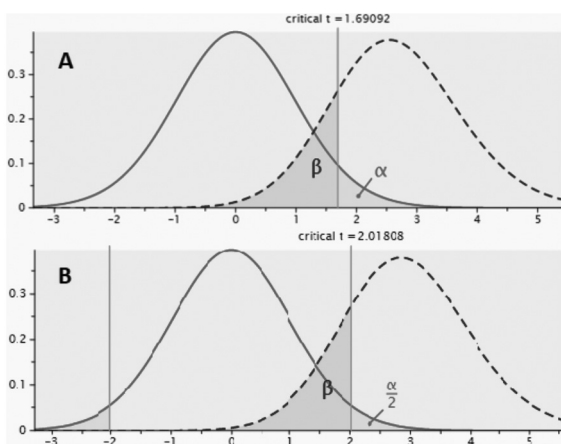


Рис. 2. Распределение значений t -критерия Стьюдента при условии, что верна нулевая гипотеза (сплошная кривая) или верна альтернативная гипотеза (пунктирная кривая) для А – одностороннего теста, В – двустороннего теста.

Fig. 2. T-values distribution under assumption of true null hypothesis (continuous curve) or true alternative hypothesis (dotted curve) for A – one-tailed test, B – two-tailed test

мых выборках на конкретном примере. Допустим, нас интересуют различия в среднем количестве калорий, потребляемых в сутки лицами разного пола. Заполняем соответствующие графы, как показано на рис. 3. Расчет Объем выборки будем рассчитывать для двустороннего теста, при уровне α -ошибки 0,05, мощности 0,80 и соотношения участников исследования в двух группах как 1 : 1. Предположим, что мы планируем определить среднюю величину эффекта, поэтому в графу Effect size d необходимо ввести величину 0,5.

После нажатия кнопки Calculate/Рассчитать получаем результат (рис. 4), который появится в разделе Output parameters / Выходные параметры и на основании которого мы можем сделать вывод о том, что в данное исследование необходимо включить минимум 128 человек (Total sample size): 64 мужчины (Sample size group 1) и 64 женщины (Sample size group 2).

Допустим, что с использованием мобильного приложения FatSecret мы также установили, что среднее количество потребляемых калорий в сутки для 10 случайно отобранных мужчин составляет 2320,2 (SD = 388), а для 10 случайно отобранных женщин – 1992,5 (SD = 323). Опираясь на данную информацию, мы можем более точно рассчитать величину эффекта. Для этого

необходимо нажать на Determine/Определить рядом с Effect size d. Учитывая равное число участников исследования в двух группах, вводим необходимые параметры в открывшееся диалоговое окно: Mean / Среднее значение и стандартное отклонение / SD для group 1 / Группы 1 (мужчины) и group 2 / Группы 2 (женщины) (рис. 5). Нажимаем Calculate/Рассчитать и получаем величину эффекта Effect size d равную 0,9188. При нажатии Calculate and transfer to main window / Рассчитать и перенести в главное окно величина эффекта рассчитывается и автоматически переносится в графу Effect size d основного диалогового окна программы.

После нажатия Calculate/Рассчитать в правом нижнем углу основного диалогового окна

Input Parameters		Output Parameters	
Determine =>	Effect size d: 0.5	Noncentrality parameter δ	?
	α err prob: 0.05	Critical t	?
	Power (1- β err prob): 0.80	Df	?
	Allocation ratio N2/N1: 1	Sample size group 1	?
		Sample size group 2	?
		Total sample size	?
		Actual power	?

Рис. 3. Ввод необходимых параметров (двусторонний тест, величина эффекта, α -ошибка, мощность, соотношение участников в двух группах) для расчета объема выборки

Fig. 3. Input parameters (two-tailed test, effect size, alpha-error, power, allocation ratio) for sample size calculation

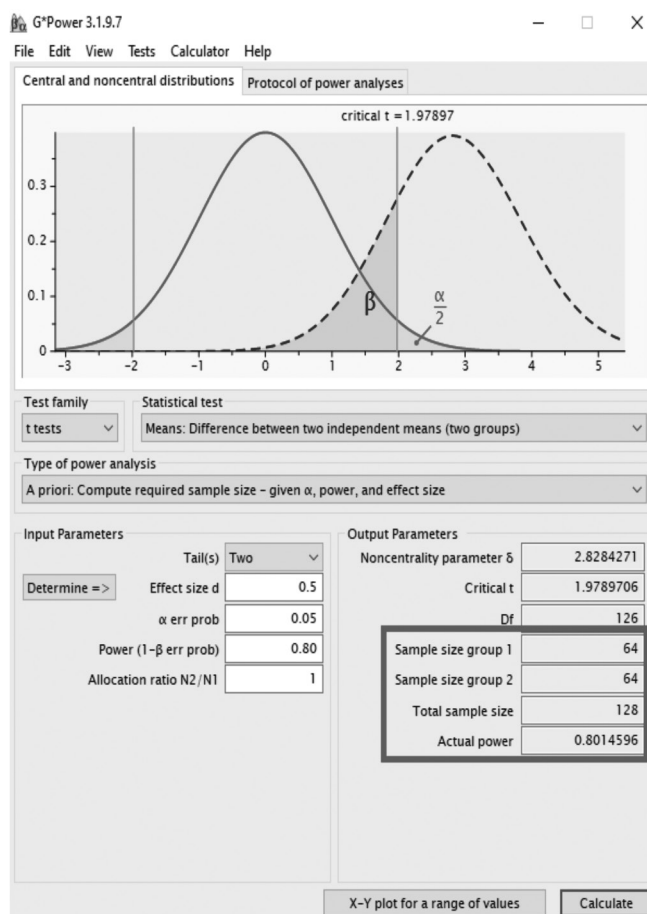


Рис. 4. Результат расчета необходимого объема выборки для статистического теста при сравнении двух независимых средних значений (объяснение в тексте)

Fig. 4. G*Power output for sample size calculation for comparing two independent means (see text for details)

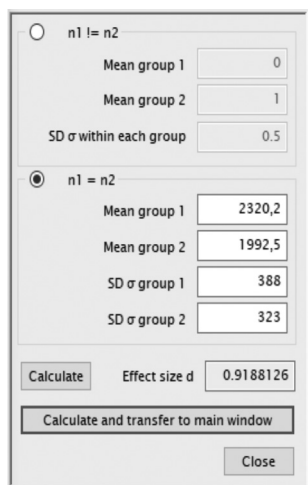


Рис. 5. Диалоговое окно для расчета Effect size d / Величины эффекта

Fig. 5. G*Power dialog box for effect size calculation

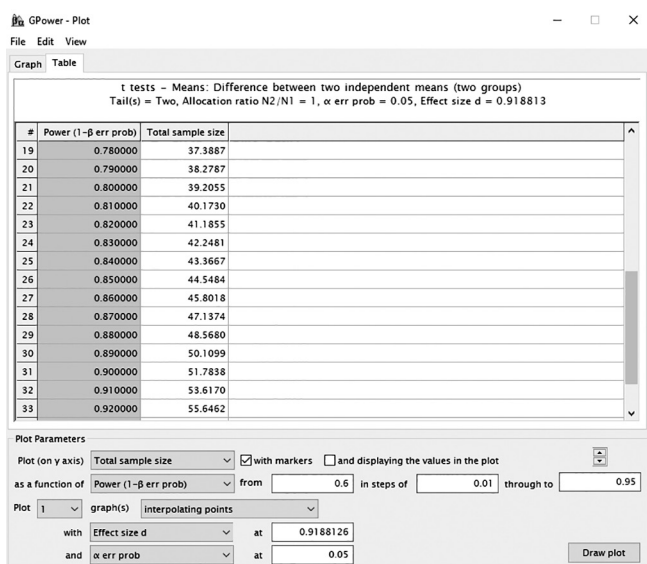


Рис. 7. Зависимость размера выборки Total sample size от мощности Power (1-β err prob), представленная в виде числовых значений

Fig. 7. Numeric association between total sample size and statistical power

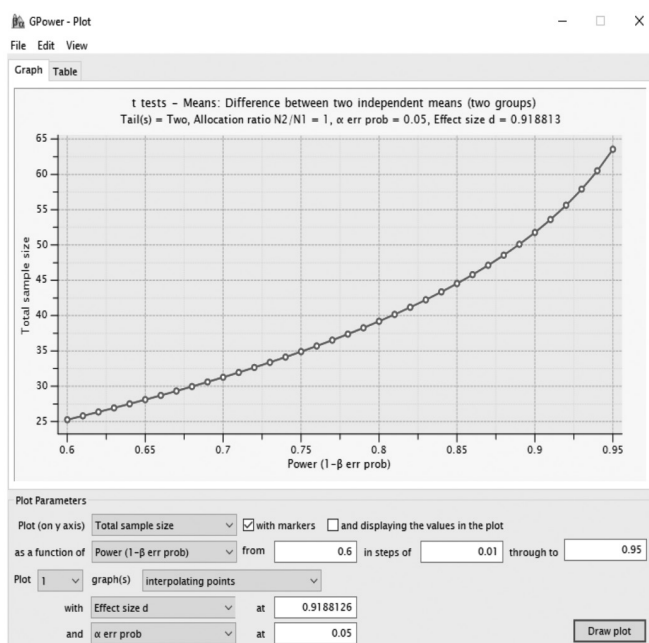


Рис. 6. Зависимость размера выборки Total sample size от мощности Power (1-β err prob) представленная в виде графика

Fig. 6. Graphical presentation of the association between total sample size and statistical power

программы вновь получаем результат для большей величины эффекта при неизменных остальных параметрах. Исходя из заданных нами параметров, для изучения суточного количества потребляемых калорий лицами разного пола нам необходимо включить в исследование минимум 40 человек, 20 мужчин и 20 женщин. Можно заметить, что для определе-

ния большей величины эффекта (при прочих равных параметрах) потребуется меньшее количество участников исследования.

При нажатии на X-Y plot for a range of values/ График X-Y для диапазона значений программа позволяет построить графики для одного из следующих параметров: α-ошибка, величина эффекта, мощность и объем выборки, в зависимости от диапазона значений остальных параметров. Выбрав Total sample size / Общий объем выборки в графе Plot (on y axis) как функции от Power (1-β err prob)/ мощность в диапазоне значений от 0,6 до 0,95 с шагом 0,01, мы видим, как меняется мощность исследования в зависимости от увеличения объема выборки с учетом заданных параметров величины эффекта (Effect size d) и α-ошибки (α err prob) (рис. 6). При выборе раздела Table/Таблица данные, представленные графически, трансформируются в таблицу, также представляющую зависимость мощности от размера выборки. Например, включение в исследование 52 человек позволит увеличить мощность исследования до 90 % (рис. 7).

Также возможно построение графика зависимости размера выборки Total sample size от мощности Power (1-β err prob) с учетом величины эффекта Effect size d, что может быть удобно в том случае, когда величина эффекта определяется априори. График еще раз наглядно

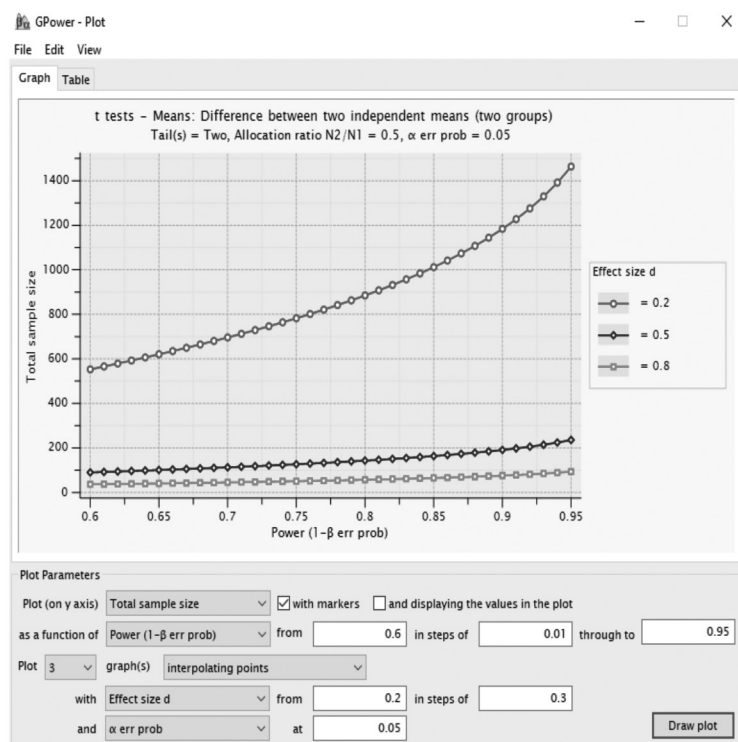


Рис. 8. Зависимость размера выборки Total sample size от мощности Power ($1-\beta$ err prob) с учетом величины эффекта Effect size d

Fig. 8. Visualization of the associations between total sample size and statistical power by effect size

демонстрирует, что для выявления небольшой величины эффекта требуется значительное увеличение объема выборки при равенстве значений прочих параметров (рис. 8).

Расчет объема выборки при использовании однофакторного дисперсионного анализа

Далее разберем на конкретном примере расчет необходимого объема выборки для сравнения количественных показателей, подчиняющихся закону нормального распределения, при наличии трех и более групп. Для данного анализа в наибольшей степени подходит одномерный (однофакторный) дисперсионный анализ для независимых групп (One-way ANalysis Of VAriance, ANOVA) [4].

В данном случае пример формулировки H_0 и H_1 может быть записан следующим образом:

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$, популяционные средние значения в k изучаемых группах не различаются ($k \geq 3$);

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \dots = \mu_k$, популяционные средние значения не равны.

Тестирование H_0 проводится путем сравнения дисперсии изучаемого признака между группами и внутри групп с использованием критерия Фишера (F-тест). При равенстве межгрупповой и внутригрупповой дисперсий принимается H_0 об отсутствии межгрупповых

различий между средними. В том случае, если межгрупповая дисперсия больше внутригрупповой дисперсии, H_0 отклоняется и принимается H_1 , свидетельствующая о том, что средние значения между группами различаются. Поэтому для расчета объема выборки в графе Test family / Семейство тестов из выпадающего списка выбираем категорию F-тест. Далее в графе Statistical test / Статистический тест из выпадающего списка нужно выбрать ANOVA: Fixed effects, omnibus, one-way. Как и ранее, в графе Type of power analysis/тип анализа мощности выбираем A priori: Compute required sample size – given α , power, and effect size / Априори: вычислить необходимый размер выборки — учитывая величину α -ошибки, мощность и величину эффекта. Задаем параметры α -ошибки (α err prob) равной 0,05 и мощности Power ($1-\beta$ err prob) равной 0,80, как это описывалось ранее. Указываем количество сравниваемых групп в соответствующей графе Number of groups / Количество групп. Значение величины эффекта Effect size d можно указать, если оно заранее известно, или рассчитать, нажав на Determine/Определить. Рассмотрим второй вариант на конкретном примере. Предположим, нас интересует, на сколько килограммов в среднем снижается масса тела людей, соблюдающих разные виды

диеты в течение 6 месяцев. Пилотное исследование по изучению эффективности 4 видов диет (по 10 участников в каждой группе) показало, что при интервальном голодании участники похудели в среднем на 4,36 кг (SD = 1,93), при соблюдении кетодиеты на 2,82 кг (SD = 1,57), при сиртфуд-диете на 5,94 (SD = 2,14), при палеодиете – на 6,22 (SD = 2,44).

Для расчета величины эффекта нам требуется объединенное стандартное отклонение (SD σ within each group), которое можно рассчитать по формуле [5]:

$$SD = \sqrt{\frac{(n_1-1) \cdot SD_1^2 + (n_2-1) \cdot SD_2^2 + (n_3-1) \cdot SD_3^2 + (n_4-1) \cdot SD_4^2}{(n_1-1) + (n_2-1) + (n_3-1) + (n_4-1) - 4}}$$

где n – количество участников в каждой группе, SD – стандартное отклонение для каждой группы.

Подставив в формулу соответствующие значения получаем объединенное стандартное отклонение равное 2,23.

Для расчета величины эффекта в диалоговом окне, открывшемся при нажатии на Determine/Определить, в графе Select procedure/Выбор процедуры оставляем Effect size from means/ Величина эффекта, исходя из средних значений, далее указываем количество групп в графе Number of groups / Количество групп и объединенное стандартное отклонение в графе SD σ within each group (рис. 9).

После нажатия кнопки Calculate/Рассчитать получаем размер величины эффекта, равный

0,61, и копируем его в основное диалоговое окно или нажимаем Calculate and transfer to main window для автоматического заполнения соответствующего поля.

После нажатия на Calculate/Рассчитать в разделе Output parameters / Выходные параметры основного диалогового окна для данного статистического теста мы видим, что в данное исследование необходимо включить минимум 36 человек (Total sample size) (рис. 10).

При нажатии на X-Y plot for a range of values / График X-Y для диапазона значений также можно построить графики и таблицы зависимости размера выборки от мощности с учетом величины эффекта, как это рассматривалось выше.

Расчет объема выборки для применения критерия Вилкоксона для одной выборки

Когда необходимо рассчитать объем выборки для сравнения значений в исследуемой группе с каким-то одним заданным значением, и рас-

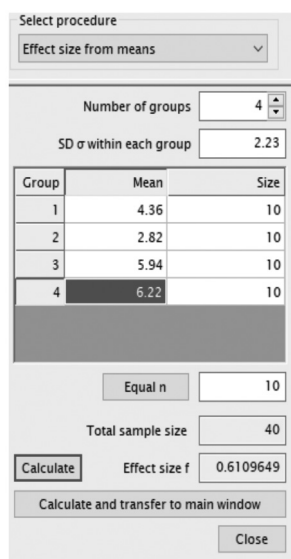


Рис. 9. Диалоговое окно для расчета Effect size d / Величины эффекта
Fig. 9. Dialog box for effect size calculation

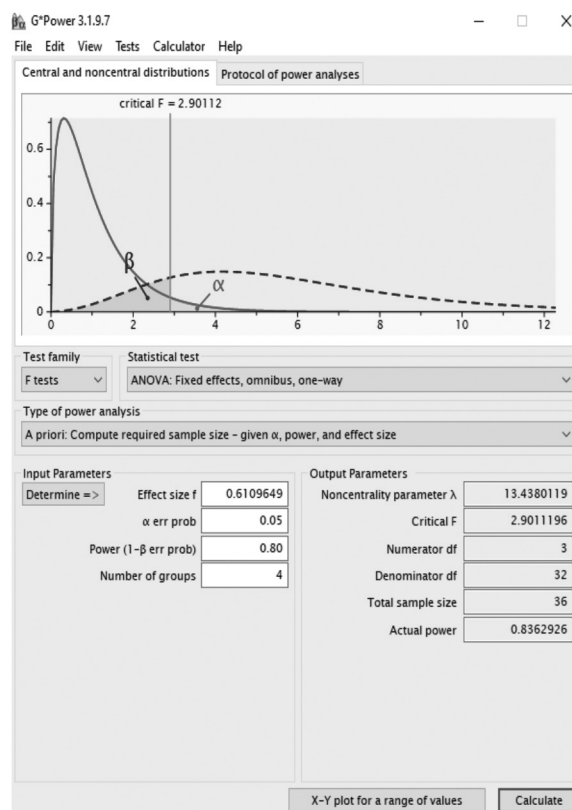


Рис. 10. Результат расчета необходимого объема выборки для статистического теста ANOVA: Fixed effects, omnibus, one-way (объяснение в тексте)
Fig. 10. Results of sample size calculation for fixed-effects one-way ANOVA (see text for details)

пределение признака отличается от нормального, используется ранговый критерий Вилкоксона для одной выборки. Для этого в графе Test family / Семейство тестов в выпадающем окне необходимо выбрать *t* tests / *t*-критерии, а затем в графе Statistical test / Статистический тест выбрать Wilcoxon signed-rank test (one sample case) / Ранговый тест Вилкоксона (одна выборка) (рис. 11). Для расчета объема выборки, который проводится перед началом исследования, открываем выпадающий список в графе Type of power analysis / Тип анализа мощности и выбираем A priori: Compute required sample size – given α , power, and effect size / Априори: вычислить необходимый размер выборки — учитывая величину α -ошибки, мощность и величину эффекта. Далее в разделе Input parameters / Входные параметры необходимо задать 5 параметров: Tail(s), Parent distribution, Effect size *d*, α err prob, Power ($1-\beta$ err prob).

Ранее мы упомянули, что G*Power использует принцип тестирования нулевой гипотезы Неймана–Пирсона [1], формулировка которой определяет выбор одностороннего (one-tailed) или двухстороннего критерия (two-tailed) в графе Tail(s). Аналогично параметрическим критериям, при непараметрических критериях мы будем использовать односторонние критерии только в том случае, если точно знаем направленность изучаемой взаимосвязи. Затем нам необходимо выбрать пункт в графе Parent distribution / Теоретическое распределение. Выпадающий список предлагает варианты Laplace, Logistic, или min ARE (minimal asymptotic relative efficiency), выбрать которые необходимо в зависимости от предполагаемого распределения переменной. Опция min ARE подходит по умолчанию, если существуют сомнения о типе распределения, или оно вообще неизвестно. Подробное обоснование идеи и принципов расчета при выборе разных видов родительского распределения представлены в руководстве по использованию G*Power [6]. Параметр Effect size *d* / Величина эффекта задается в зависимости от величины различий в соответствии с целью исследования и предположения о клинической значимости эффекта. Значение величины эффекта определяется аналогичным способом, который был рассмотрен выше при описании параметрических тестов. В двух последних графах задается

значение α -ошибки (α err prob) и необходимая мощность исследования Power ($1-\beta$ err prob).

Рассмотрим расчет объема выборки, необходимой при сравнении центральных тенденций для признаков, распределение которой не подчиняется закону нормального распределения, с неким заданным конкретным значением. Например, данный подход будет применим в ситуации, когда мы хотим проверить, является ли среднее количество детей в семьях Архангельска больше 1? В нашем примере нулевая и альтернативная гипотезы будут сформулированы следующим образом:

$H_0: \mu = 1$, то есть среднее число детей в семьях Архангельска равно 1; $H_1: \mu > 1$, то есть среднее число детей в семьях Архангельска больше 1.

После этого следует заполнить раздел Input parameters / Входные параметры. В нашем примере мы планируем рассчитать объем выборки для одностороннего теста, потому что нас интересуют только значения большие, чем это определено нулевой гипотезой (1 ребенок). Поскольку у нас нет справочной информации про распределение, в родительском распреде-

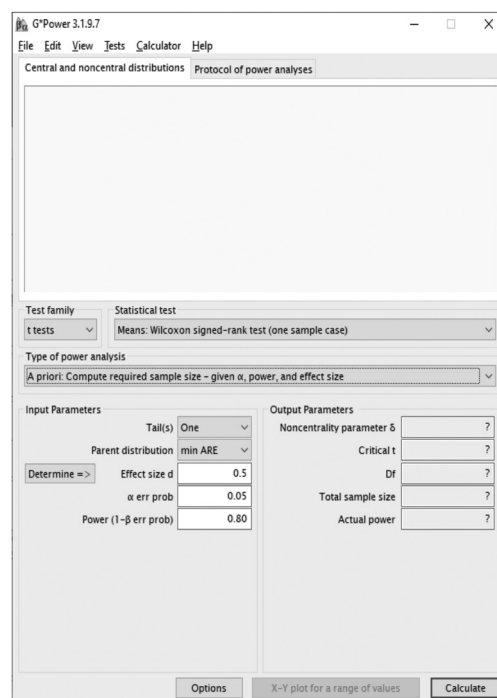


Рис. 11. Интерфейс G*Power при выборе одновыборочного критерия Вилкоксона
Fig. 11. G*Power dialog box for one-sample Wilcoxon signed-rank test

лении мы выберем min ARE. Уровень α -ошибки установим 0,05 и мощность 0,80. Допустим, мы планируем определить большую величину эффекта, поэтому в графу Effect size d вводим величину 0,8 (рис. 12).

После нажатия на Calculate/Рассчитать мы получим результат (рис. 13), который появится

в разделе Output parameters / Выходные параметры. Исходя из расчетов, можно сделать вывод о том, что в данное исследование необходимо включить минимум 13 семей Архангельска (Total sample size).

Допустим, что результаты ранее проведенных исследований показали, что количество

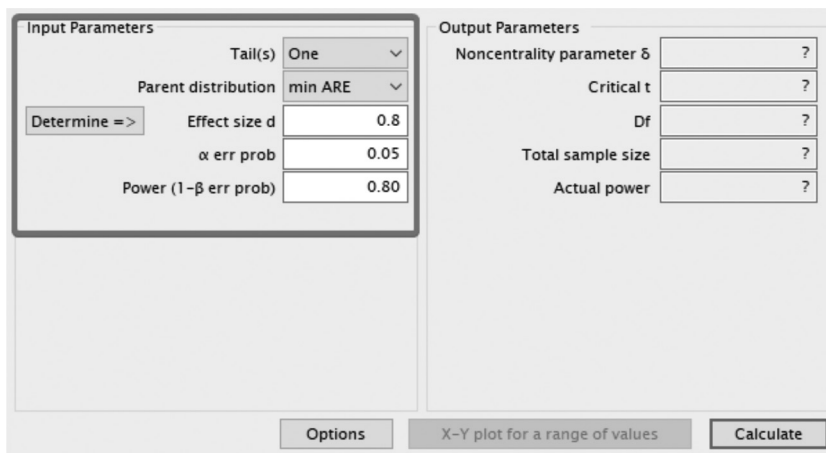


Рис. 12. Ввод необходимых параметров для расчета объема выборки для одновыборочного критерия Вилкоксона
Fig. 12. Input parameters for one-sample Wilcoxon signed-rank test sample size calculation

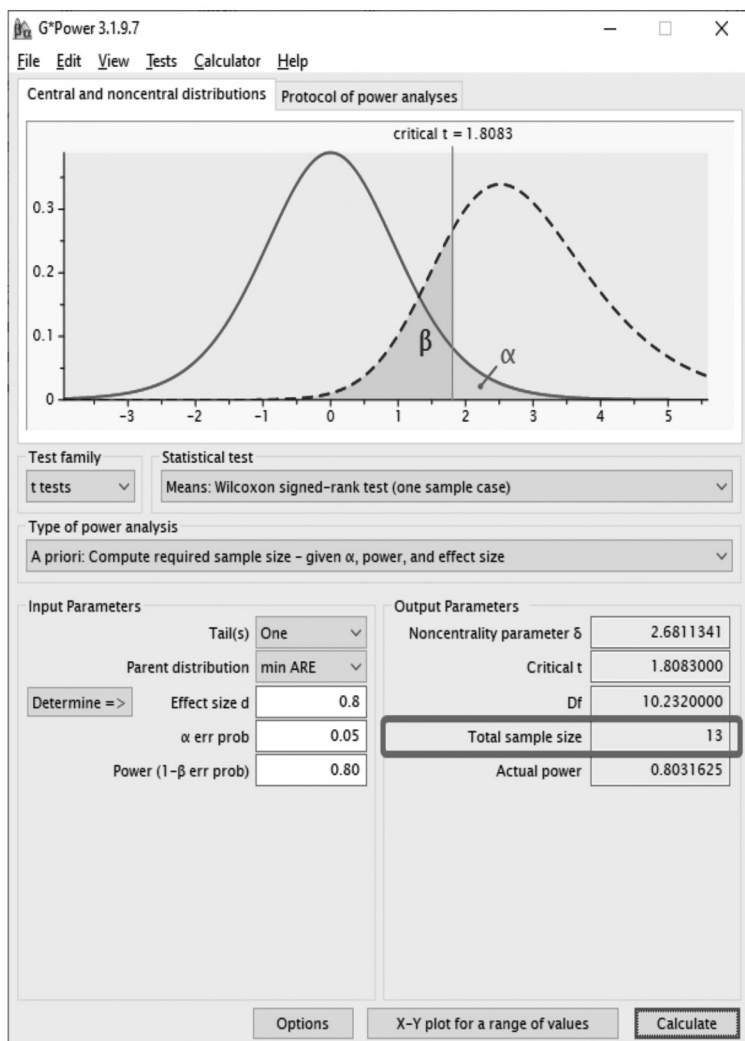


Рис. 13. Результат расчета необходимого объема выборки для одновыборочного критерия Вилкоксона
Fig. 13. Results of sample size calculation for one-sample Wilcoxon signed-rank test

детей на семью в Архангельске в среднем составляет 1,24 (стандартное отклонение 0,49). Данная информация позволит нам более точно рассчитать величину эффекта. Для этого выберем опцию Determine/Определить напротив

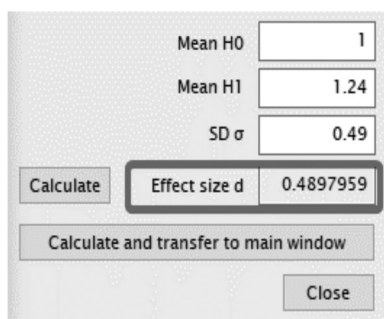


Рис. 14. Диалоговое окно для расчета Effect size d / Величины эффекта

Fig. 14. Dialog box for effect size calculation

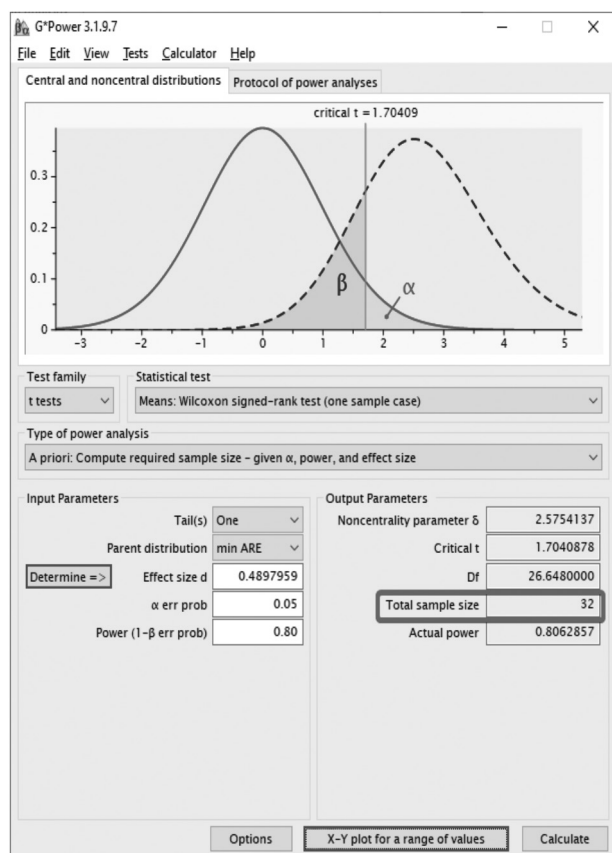


Рис. 15. Результат перерасчета размера выборки при самостоятельном определении размера эффекта (Effect size d) для одновыборочного критерия Вилкоксона

Fig. 15. Results of sample size calculation for one-sample Wilcoxon signed-rank test with defined effect size

параметра Effect size d. В появившемся окне нам необходимо ввести ранее найденные Mean / Среднее значение в графу Mean H1 и SD / Стандартное отклонение, а в графе Mean H0 указать значение 1 согласно сформулированной гипотезе (рис. 14). Нажав Calculate/Рассчитать, мы получим величину эффекта Effect size d равную 0,4897959. При помощи Calculate and transfer to main window / Рассчитать и перенести в главное окно величина эффекта автоматически переносится в графу Effect size d в главном окне программы.

Поскольку мы рассчитали новую величину эффекта, необходимо произвести перерасчет объема выборки. Для этого снова нажмем Calculate/Рассчитать. Теперь с учетом меньшей величины эффекта и сохранения остальных параметров нам потребуется включить в исследование 32 семьи Архангельска для ответа на поставленный исследовательский вопрос (рис. 15).

Кроме того, мы можем нажать X-Y plot for a range of values/ График X-Y для диапазона значений и в появившемся окне выбрать Draw plot / Построить график, чтобы построить график зависимости интересующих нас параметров: α -ошибки, величины эффекта, мощности или объема выборки. Так, например, можно наглядно посмотреть, как меняется мощность исследования при изменении объема выборки, а во вкладке Table/Таблица можно узнать, что для достижения 90 % мощности исследования необходимо включить в исследование 43 семьи (рис. 16, 17).

Расчет объема выборки для U-теста Манна-Уитни для двух независимых выборок

Далее рассмотрим ситуацию, при которой необходимо рассчитать объем выборки, когда мы хотим проверить, отличаются ли центральные тенденции между двумя независимыми группами, если распределение признака в этих группах отличается от нормального. В этом случае методом выбора для расчета будет U-тест Манна-Уитни для двух независимых выборок. Для этого в графе Test family / Семейство тестов выбираем t tests / t-тесты, затем Wilcoxon-Mann-Whitney test (two groups) / Тест Вилкоксона-Манна-Уитни (две группы) в графе Statistical test / Статистический тест.

Предположим, что мы разработали новую методику послеоперационного ухода. Нам необходимо проверить, различаются ли средние оценки

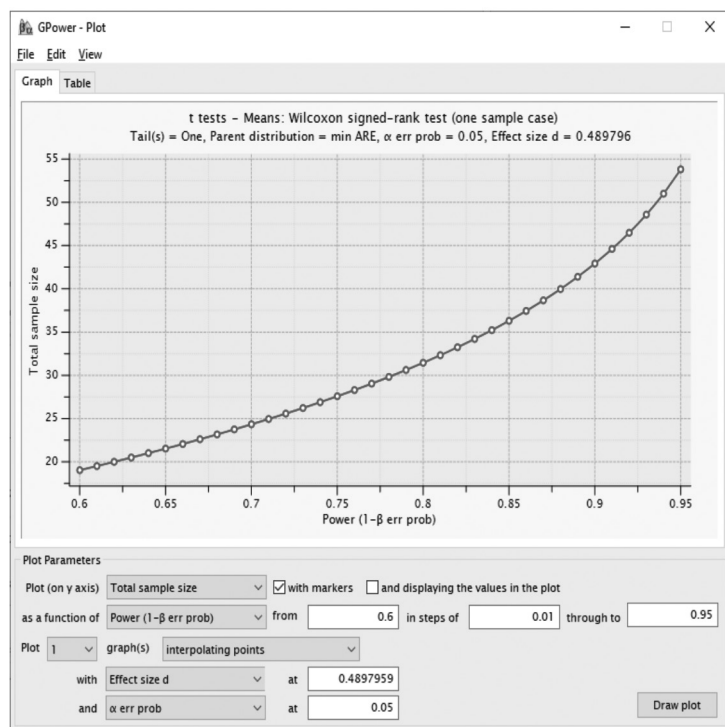


Рис. 16. Зависимость размера выборки Total sample size от мощности Power (1-β err prob), представленная в виде графика
Fig. 16. Graphical presentation of the association between total sample size and statistical power

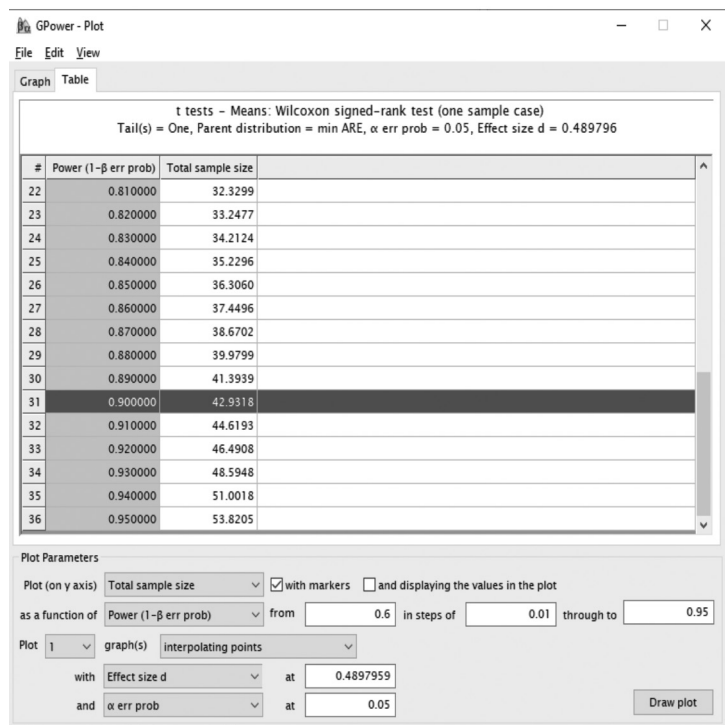


Рис. 17. Зависимость размера выборки Total sample size от мощности Power (1-β err prob) для одновыборочного критерия Вилкоксона, представленная в виде числовых значений
Fig. 17. Numeric association between total sample size and statistical power for one-sample Wilcoxon test

по шкале боли в двух группах лечения, использующих традиционную и новую методики послеоперационного ухода. В этом случае сформулированные гипотезы могут выглядеть так:

H0: $\mu_1 = \mu_2$, средняя оценка по шкале боли в изучаемых группах не различается;

H1: $\mu_1 \neq \mu_2$, средняя оценка по шкале боли в изучаемых группах различается.

В графе Type of power analysis / Тип анализа мощности выбираем A priori: Compute required sample size – given α, power, and effect size / Априори: вычислить необходимый размер вы-

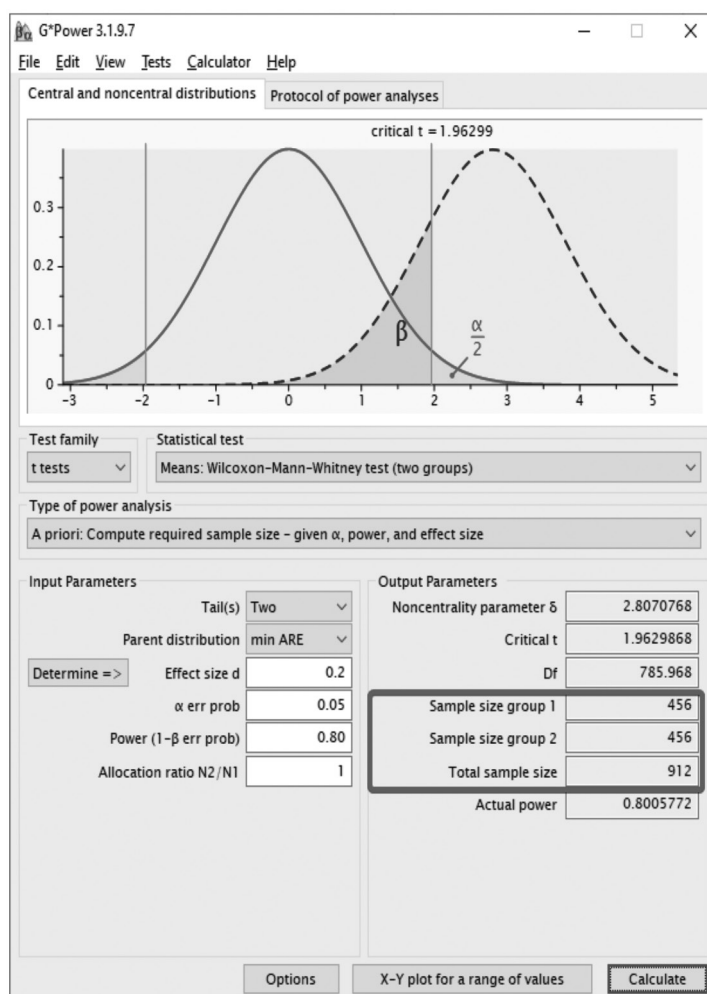


Рис. 18. Результаты расчета объема выборки для критерия Манна–Уитни для двух независимых групп

Fig. 18. Results of sample size calculation for Mann-Whitney test for two independent samples

борки, учитывая величину α -ошибки, мощность и величину эффекта. На основании описанного ранее, задаем следующие параметры: двусторонний тест (two-tailed test), теоретическое распределение (Parent distribution) как min ARE, α -ошибку (α err prob) указываем равной 0,05 и мощность Power (1- β err prob) равной 0,80. Допустим, что мы не имеем информации о размере эффекта, и предположим, что его величина мала (Effect size d = 0,2). Еще одним параметром, который необходимо указать, станет Allocation ratio N2/N1 / Коэффициент распределения N2/N1, отражающий соотношение участников исследования в сравниваемых группах. Оставим его значение как 1 (группы равны). После ввода параметров нажимаем Calculate/Рассчитать и получаем результаты. Объем выборки составит 912 человек, из которых 456 войдут в группу лечения по традиционной методике и 456 – по новой методике (рис. 18).

Допустим, что мы провели пилотное исследование и обнаружили, что при новой методике лечения средняя оценка по шкале боли составила 4,45 (Mean group 1), а стандартное отклонение 2,49 (SD group 1). В группе лечения по традиционной методике соответствующие значения составили 6,08 (Mean group 2) и 2,56 (SD Group 2). Исходя из собранных данных, мы можем самостоятельно рассчитать более точную величину эффекта, подставив эти значения во всплывающем окне после нажатия Determine/ Определить напротив параметра Effect size d, а затем произвести перерасчет объема выборки. При таких условиях величина эффекта оказывается ниже, что десятикратно снижает общий необходимый объем выборки (90 человека) при условии сохранения других параметров (рис. 19).

Когда нам необходимо рассчитать объем выборки, чтобы проверить отличаются ли средние значения в трех и более независимых группах,

Рис. 19. Результат перерасчета размера выборки при самостоятельном определении размера эффекта (Effect size d) для критерия Манна-Уитни

Fig. 19. Results of sample size calculation for Mann-Whitney test with defined effect size

а распределение признака в этих группах не подчиняется закону нормального распределения, применяют тест Краскела–Уоллиса, который является непараметрическим аналогом одномерного (однофакторного) дисперсионного анализа (One-way ANalysis Of VAriance, ANOVA) [4]. G*Power не дает нам стандартного способа вычисления объема выборки для этого непараметрического теста. В таком случае можно воспользоваться эмпирическим правилом: если мы планируем использовать непараметрический тест, следует рассчитать объем выборки, необходимой для соответствующего параметрического теста, и добавить к ней 15 % [8].

Заключение. Расчет объема выборки в зависимости от цели и задач исследования на этапе планирования позволяет, с одной стороны, избежать излишних затрат ресурсов, с другой – добиться необходимой мощности ис-

следования. Для грамотного расчета объема выборки необходимо не просто владеть методиками использования программного обеспечения, но и хорошо представлять изучаемое явление, понимать, какие различия между сравниваемыми группами можно считать клинически значимыми. Стоит также заметить, что рассчитанный с помощью программного обеспечения показатель — это не руководство к действию, а лишь то минимальное число участников исследования, которых мы должны включить в статистический анализ для достижения необходимых параметров (мощность исследования, величина эффекта и пр.). Кроме этого, необходимо обязательно учитывать дизайн исследования, уровень отклика потенциальных участников, возможность их выбывания из продольных исследований, то есть рассчитанный размер выборки целесообразно увеличить минимум на 15 %.

Сведения об авторах:

Кригер Екатерина Анатольевна — кандидат медицинских наук, доцент, научный сотрудник международного центра научных компетенций центральной научно-исследовательской лаборатории федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Северный государственный медицинский университет» (Архангельск) Минздрава России; 163069, г. Архангельск, Троицкий проспект, д. 51; e-mail: kate-krieger@mail.ru; ORCID 0000-0001-5179-5737; SPIN: 2686-7226

Драчев Сергей Николаевич — доктор философии в области медицинских наук, кандидат медицинских наук, магистр общественного здоровья, доцент кафедры ортопедической стоматологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Северный государственный медицинский университет» (Архангельск) Минздрава России; 163069, г. Архангельск, Троицкий проспект, д. 51; e-mail: drachevsn@mail.ru; ORCID 0000-0002-1548-690X; SPIN: 3879-8612.

Митькин Никита Андреевич — лаборант-исследователь международного центра научных компетенций Центральной научно-исследовательской лаборатории, ассистент кафедры методологии научных исследований федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Северный государственный медицинский универ-

ситет» (Архангельск) Минздрава России; 163069, г. Архангельск, Троицкий проспект, д. 51; e-mail: n.a.mitkin@gmail.com; ORCID 0000-0002-0027-8155

Постоев Виталий Александрович — кандидат медицинских наук, и. о. директора Института развития научных и проектных компетенций. Заведующий Архангельской международной школой общественного здоровья, федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Северный государственный медицинский университет» (Архангельск) Минздрава России; 163069, г. Архангельск, Троицкий проспект, д. 51; e-mail: ispha@nsmu.ru; ORCID: 0000-0003-4982-4169

Гржибовский Андрей Мечиславович — доктор медицинских наук, начальник управления научно-инновационной работы, заведующий центральной научно-исследовательской лабораторией федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Северный государственный медицинский университет (Архангельск) Минздрава России; 163069, г. Архангельск, Троицкий проспект, д. 51; e-mail: A.Grjibovski@yandex.ru; ORCID 0000-0002-5464-0498; SPIN: 5118-0081.

Information about the authors:

Ekaterina A. Krieger — Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor, Research fellow of the International Research Competence Centre, Central Scientific Research Laboratory, Northern State Medical University; 51 Troitskiy Av., Arkhangelsk, 163069, Russia; e-mail: kate-krieger@mail.ru; ORCID 0000-0001-5179-5737; SPIN: 2686-7226.

Sergei N. Drachev — Cand. of Sci. (Med), MPH, Associate Professor at the Department of Prosthodontics, Northern State Medical University; 51 Troitskiy Av., Arkhangelsk, 163069, Russia; e-mail: drachevsn@mail.ru; ORCID 0000-0002-1548-690X; SPIN: 3879-8612.

Nikita A. Mitkin — Junior researcher, International Research Competence, Central Scientific Research Laboratory, Assistant of the Department of Scientific Research Methodology, Northern State Medical University; 51 Troitskiy Av., Arkhangelsk, 163069, Russia; e-mail: n.a.mitkin@gmail.com; ORCID 0000-0002-0027-8155

Vitaly A. Postoev — Cand. of Sci (Med.), Acting Head of the Department of Research Methodology, Head of Arkhangelsk School of Public Health, Northern State Medical University, Troitskiy Ave., 51, Arkhangelsk, 163069, Russia; e-mail: ispha@nsmu.ru; ORCID: 0000-0003-4982-4169

Andrej M. Grjibovski — Doctor of Medicine, Head of the Directorate for Research and Innovations, Director of the Central Scientific Research Laboratory, Northern State Medical University; 51 Troitskiy Av., Arkhangelsk, 163069, Russia; e-mail: A.Grjibovski@yandex.ru; ORCID 0000-0002-5464-0498; SPIN: 5118-0081.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Author contribution. All authors according to the ICMJE criteria participated in the development of the concept of the article, obtaining and analyzing factual data, writing and editing the text of the article, checking and approving the text of the article.

Потенциальный конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Disclosure. The authors declare that they have no competing interests.

Поступила/Received: 04.06.2023

Принята к печати/Accepted: 10.06.2023

Опубликована/Published: 30.06.2023

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Kadam P., Bhalerao S. Sample size calculation. *Int J Ayurveda Res.* 2010, Vol. 1, № 1, pp. 55–57. doi: 10.4103/0974-7788.59946
2. Chan Y.H. Biostatistics 102: Quantitative Data – Parametric & Non-parametric Tests. *Singapore Med J*, 2003, Vol. 44, № 8, 391–396.
3. Kim H.Y. Analysis of variance (ANOVA) comparing means of more than two groups. *Restor Dent Endod.*, 2014, Vol. 39, № 1, pp. 74–77. doi: 10.5395/rde.2014.39.1.74.
4. Sainani KL. Dealing with non-normal data. *PM R*, 2012, Vol. 12, № 4, pp. 1001–1005. doi: 10.1016/j.pmrj.2012.10.013
5. Kang H. Sample size determination and power analysis using the G*Power software. *J Educ Eval Health Prof.*, 2021, Vol. 18, P. 17. doi: 10.3352/jeehp.2021.18.17
6. Faul F., Erdfelder E., Lang A.G., Buchner A. G*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Methods.*, 2007, Vol. 39, № 2, pp.175–191. doi: 10.3758/bf03193146
7. Гржибовский А.М., Гвоздецкий А.Н. Интерпретация величины p и альтернативы ее использованию в биомедицинских исследованиях // *Экология человека.* 2022. Т. 29, № 3. С. 67–76 [Grjibovski AM, Gvozdeckii AN. Interpretation of and alternatives to p-values in biomedical sciences. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*, 2022, Vol. 29, № 3, 67–76 (In Russ.)]. doi: <https://doi.org/10.17816/humeco97249>.
8. Lehmann E.L., D'Abbrera H.J.M. *Nonparametrics: Statistical Methods Based on Ranks*: Holden-Day; 1975, p. 457.

Краткое сообщение / Short message

УДК 378.14:614.2:359.6

<https://doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-2-126-130>

РОЛЬ ПЕДАГОГОВ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ В РЕАЛИЗАЦИИ ЗАДАЧ ПО СОХРАНЕНИЮ ЗДОРОВЬЯ ПОДРОСТКОВ, ГОТОВЯЩИХСЯ К СЛУЖБЕ В РОССИЙСКОЙ АРМИИ И ВОЕННО-МОРСКОМ ФЛОТЕ

^{1,2}Ю.Н. Закревский*, ¹В.Р. Лосев, ¹Г.Е. Гун¹Мурманский арктический государственный университет, г. Мурманск, Россия²1469-й Военно-морской клинический госпиталь Минобороны России, г. Североморск, Россия

Сложившиеся показатели здоровья современных школьников, проводящих более трети суток в образовательной организации имеют негативные тенденции. Ухудшение здоровья обучающихся в последние десятилетия актуализировало необходимость внедрения в образовательные организации требований системы охраны здоровья, предусмотренных законом № 273-ФЗ (в редакции от 01.03.2020) «Об образовании в Российской Федерации». В связи с дефицитом медицинских работников в школах часть задач по сохранению и укреплению здоровья школьников могут обеспечить педагоги с учетом их профессиональной переподготовки в системе дополнительного профессионального образования. На основании проведенного исследования показаны основные направления работы педагогов по созданию здоровьесберегающей среды в образовательной организации по реализации медико-профилактических и гигиенических задач по укреплению здоровья будущих призывников.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: морская медицина, школьная медицина, педагогика, здоровье и безопасность, здоровье призывников, школьная среда

*Для корреспонденции: Закревский Юрий Николаевич, e-mail: Zakrev.sever@bk.ru

*For correspondence: Yuri N. Zakrevsky, e-mail: Zakrev.sever@bk.ru

Для цитирования: Закревский Ю.Н., Лосев В.Р., Гун Г.Е. Роль педагогов средней школы в реализации задач по сохранению здоровья подростков, готовящихся к службе в российской армии и военно-морском флоте // *Морская медицина*. 2023. Т. 9, № 2. С. 126-130, doi: <https://doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-2-126-130> EDN: <https://elibrary.ru/ZVNMAV>

For citation: Zakrevsky Yu.N., Losev V.R., Gun G.E. Role of secondary school teachers in implementing tasks to preserve health of adolescents, preparing for service in Russian army and navy // *Marine Medicine*. 2023. Vol. 9, № 2. P. 126-130, doi: <https://doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-2-126-130> EDN: <https://elibrary.ru/ZVNMAV>

ROLE OF SECONDARY SCHOOL TEACHERS IN IMPLEMENTING TASKS TO PRESERVE HEALTH OF ADOLESCENTS, PREPARING FOR SERVICE IN RUSSIAN ARMY AND NAVY

^{1,2}Yuri N. Zakrevsky, ¹Vladimir R. Losev, ¹Grigory E. Gun¹Murmansk Arctic State University, Murmansk, Russia²1469 Naval Clinical Hospital of the Ministry of Defense, Severomorsk, Russia

Current health indicators of modern schoolchildren, spending more than one third of the day in the educational organization, have negative tendencies. Deterioration of students' health in recent decades has actualized the need to implement health system requirements in educational organizations, provided for by law № 273-FL (as amended on 01.03.2020) "On education in Russian Federation". Due to the shortage of healthcare workers at schools, part of the tasks in preserve and strengthening students' health can be achieved by teachers considering their professional retraining in the system of additional professional education. The study reveals the main areas of teachers' work for creating health saving environment in the educational organization to implement sanitary and hygienic tasks to promote health of future recruits.

KEYWORDS: marine medicine, school medicine, education, health and safety, recruits' health, school environment

© Авторы, 2023. Издатель ООО Балтийский медицинский образовательный центр. Данная статья распространяется на условиях «открытого доступа», в соответствии с лицензией ССВУ-NC-SA 4.0 («Attribution-NonCommercialShare-Alike») / «Атрибуция-Некоммерчески-Сохранение Условий» 4.0), которая разрешает неограниченное некоммерческое использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии указания автора и источника. Чтобы ознакомиться с полными условиями данной лицензии на русском языке, посетите сайт: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.ru>

Введение. Здоровье является ключевым фактором в нашей жизни, одним из критериев ее качества и условием успешного развития нашей страны. В выделенных ВОЗ направлениях на достижение здоровья в XXI столетии определено, что охрана здоровья – совокупность мер, предпринимаемых на уровне общества и направленных на усиление общественного контроля за факторами, влияющими на здоровье населения. Школа является социальным институтом, где должна проводиться целенаправленная работа по профилактике «болезней поведения» [1]. Формирование здоровьесозидающей среды как системы, лежащей в основе охраны здоровья обучающихся, требует создания не только школьных медицинских кабинетов и их материально-технического оснащения, но в первую очередь подготовки и привлечения в образовательные организации медицинских работников. Повышение компетенций педагогических работников в основных вопросах по созданию здоровьесозидающей образовательной среды в образовательной организации – вторая важная задача по сохранению здоровья школьников и будущих призывников [2]. Существенный дефицит в стране школьных врачей-педиатров и фельдшеров (медицинских сестер) делает проблематичным улучшение обстановки по здоровьесбережению в системе образования (просвещения) в ближайшие годы. Между тем состояние здоровья школьников продолжает прогрессивно ухудшаться [2, 3]. По данным Министерства здравоохранения РФ, за последние 5 лет наблюдалось ухудшение показателей здоровья учащихся на 16–32 % и рост нервно-психических заболеваний, а также повышение уровня суицидности подростков [3, 4]. В молодежной среде получают широкое распространение такие факторы риска, как различные формы зависимого поведения, употребление алкоголя и наркотиков. Не лучше ситуация со здоровьем студентов – до 80 % имеют низкие резервы физического и психического потенциала [4, 5]. «Мы сталкиваемся с крайне тревожными тенденциями: в 14 лет две трети детей России уже имеют хронические заболевания, у половины – нарушения в сердечно-сосудистой и дыхательной системах; до 40 % призывников не в состоянии выполнить мини-

мальные нормативы физической подготовки военнослужащих»¹.

Поэтому одним из способов улучшения контроля за здоровьем обучающихся в образовательных организациях может быть более активное привлечение педагогов к проведению здоровьесозидающей деятельности в рамках тех нормативно-правовых документов, которые тесно переплетаются с основными задачами школьной медицины. Это приказ Министра образования и науки Российской Федерации от 12.01.2007 г. № 7, который определяет «проведение ежегодного мониторинга здоровья обучающихся, воспитанников образовательных учреждений»; приказ Минобрнауки РФ от 16.06.2014 №658 «О порядке проведения социально-психологического тестирования лиц, обучающихся в общеобразовательных организациях и профессиональных образовательных организациях, а также в образовательных организациях высшего образования, направленного на раннее выявление немедицинского потребления наркотических средств и психотропных веществ»; «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи» СП 2.4. 3648-20 от 28.09.2020 года и «Гигиенические нормативы и специальные требования к устройству, содержанию и режимам работы в условиях цифровой образовательной среды в сфере общего образования» от 26 июня 2020 года и, наконец, ФЗ от 29.12.2012 N 273-ФЗ (ред. от 01.03.2020) «Об образовании в Российской Федерации», где в статье 41 («Охрана здоровья обучающихся») четко определены требования и обязанности педагогов по оказанию первой помощи при неотложных состояниях в образовательных организациях, соблюдению санитарно-гигиенических требований в учебно-воспитательном процессе и проведению здоровьесберегающей деятельности.

Принятые нормативные документы не дают пока достаточного и стойкого эффекта, так как не удалось привить подросткам осознания ответственного поведения о необходимости сохранения здоровья и соблюдения основных требований здорового и безопасного образа жизни. Почему же возникли такие несоответствия между реальным уровнем здоровья обу-

¹Выступление Президента Российской Федерации В.В.Путина на заседании Государственного совета 13.03.2013 г. Uchimsya.com /a/cbvP21y5 (Дата обращения: 09.06.2023 г.)

чающихся и нормативными требованиями, направленными на сохранение здоровья? На наш взгляд, можно выделить несколько причин:

- отсутствие в перечисленных документах механизма ведомственного и межведомственного сотрудничества в сохранении и укреплении здоровья обучающихся;

- отсутствие технологии реализации нормативно-правовых документов, регулирующих осуществление здоровьесберегающей деятельности в образовательных организациях (нет единой методологии и методик проведения этой работы и оценки ее эффективности);

- низкий уровень компетентности педагогических работников в области здоровьесбережения: отсутствие в Федеральных государственных образовательных стандартах педагогического преподавания медико-биологических дисциплин, формирующих соответствующие компетенции;

- крайне низкий уровень использования потенциала ряда учебных дисциплин, например, биологии, основ безопасности жизнедеятельности, химии и т.д. для формирования здоровья и здорового образа жизни;

- отсутствие контроля за динамикой здоровья, физической подготовленности и здоровьесберегающего потенциала образовательной организации (нет критериев и системы отчетности образовательной организации по этим показателям).

Коллективом авторов разработана (Лосев В.Р., Гун Г.Е.) интегративная модель здоровьесбережения и технологии включения педагогических коллективов образовательных организаций в здоровьесозидающую деятельность на образовательном педагогическом и медико-психологическом уровнях с учетом обоснованности выполняемых мероприятий и возможностей педагогов в осуществлении проекта по созданию здоровьесозидающей среды. После рассмотрения и согласования в Министерстве образования и науки и здравоохранения Мурманской области модель планируется к реализации в общеобразовательных учреждениях региона.

В первую очередь следует определить те дисциплины, которые могли бы компенсировать дефицит медико-биологической подготовки студентов педагогического вуза. Уже на уровне специалитета в рамках блока «Здоровьесберегающее образование» наряду с дис-

циплинами федерального уровня «Безопасность жизнедеятельности» и «Физическая культура» можно предложить также «Основы медицинских знаний» и «Возрастная анатомия, физиология и школьная гигиена», что позволило бы расширить спектр компетенций выпускников в области здоровьесбережения [3]. Существующее педагогическое образование не смогло в полной мере реализовать предлагаемый модуль «Школьная медицина», включающий блок дисциплин, который позволил бы педагогу участвовать в реализации данного проекта в образовательной организации. В этот модуль включены следующие дисциплины: 1) нормативно-правовое обеспечение деятельности педагогов в реализации программы «Школьная медицина»; 2) современные представления о здоровье и методах его оценки; 3) гигиена детей и подростков школьного возраста; 4) основные заболевания детей школьного возраста и их профилактика; 5) здоровьесберегающие педагогические технологии; 6) средства и концепция оздоровления в школьном образовании; 7) медицинская служба в образовательных организациях. Накопленный в ряде вузов опыт показал высокую заинтересованность молодого педагога в освоении и внедрении вопросов здоровьесбережения в свою практическую педагогическую деятельность. Этому способствовало также то, что решению многих из этих вопросов существенно помогает разработанная информационная система компьютерной диагностики физического и психического здоровья, физической подготовленности обучающихся и оценка санитарно-гигиенических условий образовательной организации. Используемый морфофункциональный психофизиологический и санитарно-гигиенический скрининг реализуется в самой образовательной организации подготовленными педагогами, что, с одной стороны, дает им первичную информацию о здоровье обучающихся, с другой – позволяет осуществить важный этап оценки и мониторинга их здоровья как основного критерия здоровьесберегающей деятельности школы без привлечения медицинских работников.

Для подготовки в педагогических вузах может быть предложен вариант программы «Учитель здоровья» как важный механизм сохранения здоровья обучающихся. В Финляндии, например, 50 % учебной программы

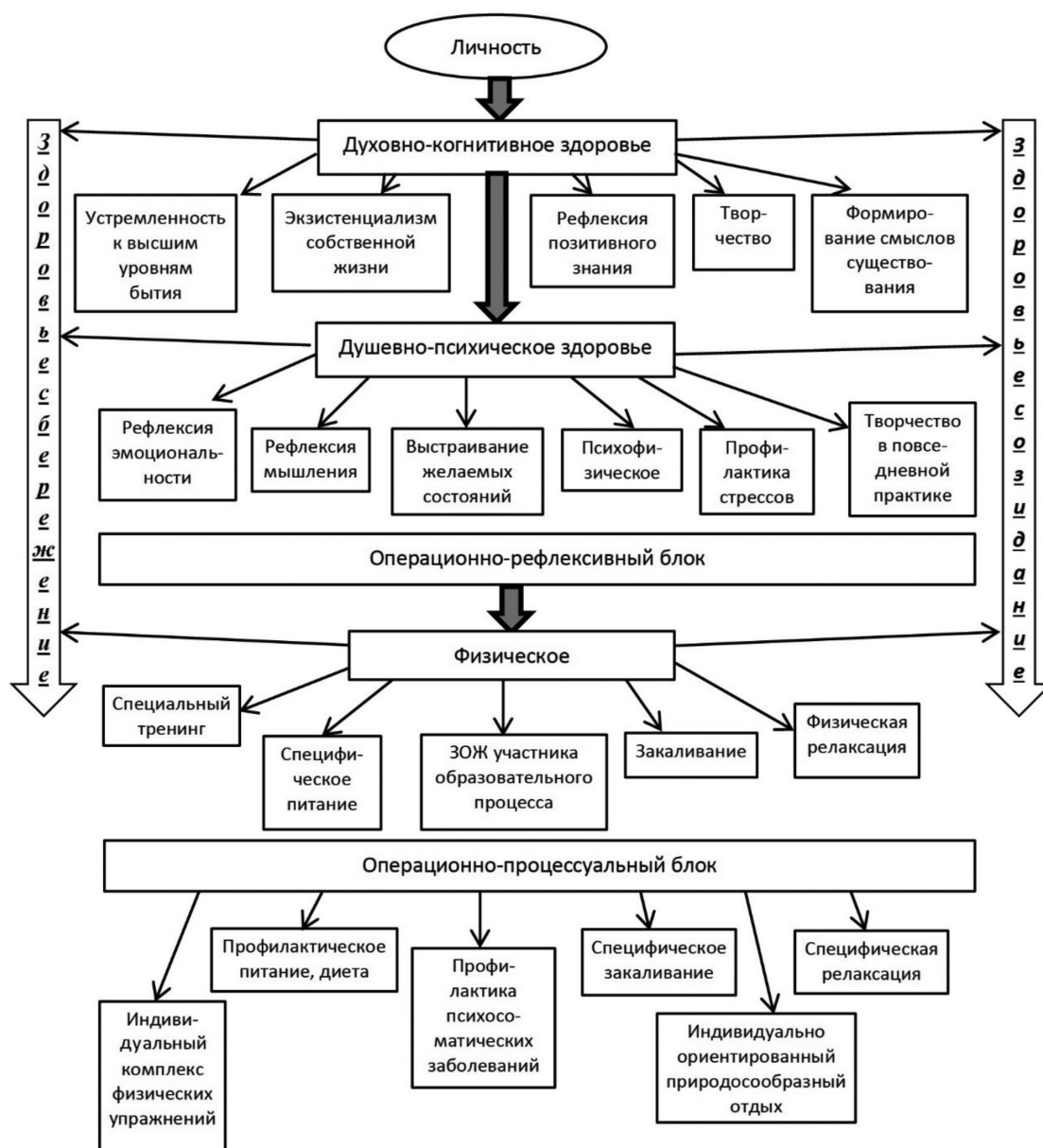


Рис. 1. Интегративная модель здоровьесбережения и технологии включения педагогических коллективов в здоровьесберегающую деятельность в образовательной организации.

Fig. 1. An integrative model of health saving and technologies for involving teaching staff in health saving activities in an educational organization.

выделено на дисциплины по педагогике и медицине [4, 5].

Таким образом, подготовка педагогов в рамках специалитета по разделу «Школьная медицина» может обеспечить комплексный подход к оценке здоровья обучающихся, санитарно-гигиенических условий образовательной среды и учебного процесса с использованием современных инновационных технологий, который может быть реализован педагогами как самостоятельно, так и в сотрудничестве с медицинским

персоналом. Для повышения квалификации и переподготовки педагогов по вопросам здоровьесбережения должны быть предложены программы, разработанные Министерством просвещения, включая многопрофильность и соответствующие требованиям ФГОС, с установлением контроля за их реализацией. Предложенная комплексная интегративная модель объединяет в духовно-когнитивную, эмоционально-психологическую, физиологическую и физическую составляющие в работе педагогов

и медицинских работников по сохранению и укреплению здоровья подростков в общеобразовательных учреждениях и повышает уровень психофизической готовности будущих призывников к службе в Российской Армии и Военно-Морском Флоте.

Сведения об авторах:

Закревский Юрий Николаевич – доктор медицинских наук, декан медицинского факультета Мурманского арктического университета (МАУ), профессор кафедры клинической медицины; врач-нейрохирург ФГКУ «1469-й Военно-морской клинический госпиталь» МО РФ; 183038, г. Мурманск, ул. капитана Егорова, д. 15; e-mail: Zakrev.sever@bk.ru

Лосев Владимир Рафаилович – кандидат медицинских наук, доцент кафедры клинической медицины Мурманского арктического университета (МАУ), врач-стоматолог высшей квалификационной категории, 183038, г. Мурманск, ул. Егорова, д. 15

Гун Григорий Ефимович – доктор медицинских наук, профессор кафедры клинической медицины Мурманского арктического университета (МАУ), Заслуженный врач РФ, врач высшей квалификационной категории, 183038, г. Мурманск, ул. Егорова, д. 15.

Information about the authors:

Yuri N. Zakrevsky – Dr. of Sci. (Med.), Dean of the Medical Faculty of Murmansk Arctic University (UIA), Professor of the Department of Clinical Medicine; neurosurgeon of the 1469 Naval Clinical Hospital of the Ministry of Defense of the Russian Federation; 183038, Murmansk, Kapitan Egorov str., 15; e-mail: Zakrev.sever@bk.ru

Vladimir R. Losev – Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Clinical Medicine of Murmansk Arctic University (UIA), dentist of the highest qualification category; 183038, Murmansk, Kapitan Egorov str., 15

Grigory E. Gun – Dr. of Sci. (Med.), Professor of the Department of Clinical Medicine of Murmansk Arctic University (UIA), Honored Doctor of the Russian Federation, doctor of the highest qualification category; 183038, Murmansk, Kapitan Egorov str., 15.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Айзман Р.И. Здоровье участников образовательного процесса как критерий эффективности здоровьесберегающей деятельности в системе образования // *Отечественная и зарубежная педагогика*. 2015. Т. 26, № 5. С. 72–82. [Aizman R.I. Health of participants in the educational process as a criterion for the effectiveness of health-saving activities in the education system. *Domestic and foreign pedagogy*, 2015, Vol. 26, No. 5, pp. 72–82 (In Russ.).]
2. Лосев В.Р., Гун Г.Е. Системный подход к сохранению и укреплению здоровья детей и подростков. // *Человек и образование*. 2021. Т. 68, № 3. С. 83–87 [Losev V.R., Gun G.E. A systematic approach to maintaining and strengthening the health of children and adolescents. *Man and Education*, 2021, Vol. 68, No. 3, pp. 83–88 (In Russ.).]
3. Макарова Л.П., Соловьёв А.В., Сыромятникова Л.И. Актуальные проблемы формирования здоровья школьников // *Молодой ученый*. 2013. Т. 59, № 12. С. 494–496 [Makarova L.P., Solovyov A.V., Syromyatnikova L.I. Actual problems of the formation of schoolchildren's health. *Young scientist*, 2013, Vol. 59, № 12, pp. 494–496 (In Russ.).]
4. Макарова Л.П., Буйнов Л.Г., Пазыркина М.В. Сохранение здоровья школьников как педагогическая проблема // *Современные проблемы науки и образования*. 2012. № 4. С. 242 [Makarova L.P., Buiinov L.G., Pazyrkina M.V. Maintaining the health of schoolchildren as a pedagogical problem. *Modern problems of science and education*, 2012, No. 4, P. 242 (In Russ.).]
5. Плахов Н.Н. Безопасность жизнедеятельности: психолого-педагогические основания здоровья // *Известия Российского государственного университета им. А.И. Герцена*. 2012. № 145. С. 90–96 [Plakhov N.N. Life safety: psychological and pedagogical foundations of health. *Proceedings of the A.I. Herzen University*, 2012, No. 145, pp. 90–96 (In Russ.).]



международная конференция по освоению
ресурсов нефти и газа Российской Арктики и
континентального шельфа

WWW.RAO-OFFSHORE.RU

26–29 СЕНТЯБРЯ 2023 • САНКТ-ПЕТЕРБУРГ • МФК «ГОРНЫЙ»

RAO/CIS OFFSHORE

В ФОКУСЕ МОРСКАЯ МЕДИЦИНА

КРУГЛЫЙ СТОЛ

АРКТИЧЕСКАЯ И МОРСКАЯ (ВОДОЛАЗНАЯ И СУДОВАЯ) МЕДИЦИНА

- Медицина на отдаленных промышленных объектах
- Морская и судовая медицина. Медицинское обеспечение морских операций
- Водолазная медицина
- Арктическая и антарктическая медицина, особенности удаленного здравоохранения
- Подходы и оценки к нарушению здоровья у работников нефтедобывающей отрасли в условиях Арктического региона

МОЛОДЕЖНАЯ СЕССИЯ

МЕДИЦИНСКИЙ КАДРОВЫЙ РЕЗЕРВ

ФОКУС-ВЫСТАВКА

МОРСКАЯ МЕДИЦИНА И ОХРАНА ТРУДА

Мероприятия проводятся при координации и поддержке

Ассоциации «АРКТИЧЕСКАЯ, МОРСКАЯ И ВОДОЛАЗНАЯ МЕДИЦИНА»

Генеральный информационный партнёр: Научно-практический рецензируемый журнал «Морская медицина»



Организатор:



тел.: +7 (812) 320 6363 (доб. 743, 747)
rao@rao-offshore.ru

ИТ-решения ICL для медицинских учреждений



Готовые решения для повышения доступности, комфорта и эффективности медицинских услуг, а также создания IT-инфраструктуры медицинского учреждения любого уровня.

Мобильный телемедицинский комплекс ICL Med

ICL Med - современный телемедицинский комплекс для удаленного скрининга состояния здоровья пациента, включающий проведение диспансеризации и профмедосмотра, профильного скрининга, проведение телеконсультаций.

Содержит оборудование функциональной, лабораторной и лучевой диагностики.



РЗН 2023/19528 от 08.02.2023



- Защищенное мобильное рабочее место врача
- Ноутбук ICL
- ОС Linux ФСТЭК
- СЗИ
- Видеоконференцсвязь
- ПО ICLMed
- Комплект медоборудования (Тип1, Тип2, Тип3)
- Защищенный кейс

Состав:

- ЭКГ
- Анализатор на сахар и холестерин
- Тонометр
- Спирометр
- Анализатор мочи
- Измеритель глазного давления
- Пульсоксиметр
- Биохимический анализатор
- Гематологический анализатор
- Отоскоп
- Портативный УЗИ
- Палатный флюорограф

Подробнее

