



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 10

2024

№ 2



### ВЫБОР РЕДАКЦИИ

**ВОДНО-ЭЛЕКТРОЛИТНЫЙ ОБМЕН  
И ФУНКЦИИ ПОЧЕК ПРИ ДЕЙСТВИИ  
ФАКТОРОВ ГИПЕРБАРИИ**

Шитов А. Ю., Зверев Д. П., Мясников А. А.,  
Кленков И. Р., Андрусенко А. Н.,  
Исрафилов З. М., Колчанов С. П.

стр. 7–20

**БИОИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОИСК  
ГЕНЕТИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ  
СИСТЕМНОГО ПРОЯВЛЕНИЯ  
СКЛОННОСТИ ЧЕЛОВЕКА К  
АГРЕССИВНОМУ, СУИЦИДАЛЬНОМУ  
И АДДИКТИВНОМУ ПОВЕДЕНИЮ**

Шатыр Ю. А., Мулик А. Б., Трандина А. Е.,  
Бунтовская А. С., Глушаков Р. И.

стр. 33–44

# 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, действительный член РАЕН, Мурманский арктический университет, г. Мурманск, Россия*

## Выпускающий редактор:

Симакина Ольга Евгеньевна

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

## Ответственный секретарь:

Ятманов Алексей Николаевич

*кандидат медицинских наук, Военный учебно-научный центр Военно-Морского Флота «Военно-морская академия имени Адмирала Флота Советского Союза Н.Г. Кузнецова», Санкт-Петербург, 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:** Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Научно-исследовательский институт промышленной и морской медицины федерального медико-биологического агентства»

**Сайт:** <http://seamed.bmoc-spb.ru/jour>  
**e-mail:** [marinemedicine@yandex.ru](mailto:marinemedicine@yandex.ru)



Том 10  
2024 № 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.С. (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),  
Попова О.Н. (г. Архангельск),  
Протоцак 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),  
Шпиленя 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),  
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),  
Казаков 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),  
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),  
Северюков 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), full member of the Russian Academy of Natural Sciences, Murmansk Arctic University (Murmansk, Russia)*

**Commissioning Editor:**

Simakina, Olga Evgenyevna

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

**Executive Secretary:**

Yatmanov, Alexey Nikolaevich

*Cand. of Sci. (Med), Military Educational and Scientific Center of the Navy «Naval Academy named after Admiral of the Fleet of the Soviet Union N.G. Kuznetsova» (St. Petersburg, 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:** Federal State Budgetary  
Institution of Science Research Institute of  
Industrial and Marine Medicine  
Federal Medical and Biological Agency,  
St. Petersburg, Russia  
**URL:** <http://seamed.bmoc-spb.ru/jour>  
**e-mail:** [marinemedicine@yandex.ru](mailto:marinemedicine@yandex.ru)



Vol. 10  
2024 № 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.* (Arkhangelsk),  
*Gritsaev S.V.* (St. Petersburg),  
*Gudkov A.B.* (Arkhangelsk),  
*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),  
*Popova O.N.* (Arkhangelsk),  
*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),  
*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),  
*Maryandyshhev A.O.* (Arkhangelsk),  
*Novikova I.A.* (Arkhangelsk),  
*Ovchinnikov Yu.V.* (Moscow),  
*Opravin 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

ВОДНО-ЭЛЕКТРОЛИТНЫЙ ОБМЕН И ФУНКЦИИ ПОЧЕК ПРИ ДЕЙСТВИИ ФАКТОРОВ ГИПЕРБАРИИ .....	7
<i>Шитов А. Ю., Зверев Д. П., Мясников А. А., Кленков И. Р., Андрусенко А. Н., Исрафилов З. М., Колчанов С. П.</i>	
АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МЕДИЦИНСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОЕННО-МОРСКИХ СИЛ НАТО В АРКТИКЕ .....	21
<i>Куприянов С. А., Черников О. Г., Мавренков Э. М., Емельянов Ю. А.</i>	
БИОИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОИСК ГЕНЕТИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ СИСТЕМНОГО ПРОЯВЛЕНИЯ СКЛОННОСТИ ЧЕЛОВЕКА К АГРЕССИВНОМУ, СУИЦИДАЛЬНОМУ И АДДИКТИВНОМУ ПОВЕДЕНИЮ .....	33
<i>Шатыр Ю. А., Мулик А. Б., Трандина А. Е., Бунтовская А. С., Глушаков Р. И.</i>	
ПЕРЕКРЕСТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В МЕДИЦИНЕ И ЗДРАВООХРАНЕНИИ .....	45
<i>Холматова К.К., Горбатова М.А., Харькова О.А., Гржибовский А.М.</i>	
ВОЗДУШНАЯ ЭМБОЛИЯ. ПРЕРОГАТИВА ВОДОЛАЗНОГО ВРАЧА, МЕДИЦИНСКАЯ КАЗУИСТИКА ИЛИ ПРОБЛЕМА, КОТОРОЙ «НЕ СУЩЕСТВУЕТ»? .....	58
<i>Логунов А.Т., Мосягин И.Г., Строй А.В., Павлов Н.Б., Амиров Р.Р., Паликов В.А., Кузнецова Т.Е., Мурашѐв А.Н., Баранов В.М.</i>	

### ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У РАЗНЫХ СОЦИАЛЬНЫХ ГРУПП МОЛОДЫХ МУЖЧИН В УСЛОВИЯХ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА: СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ .....	69
<i>Логонова Т. П., Байрхаев А. Б., Тюкавкина В. Н., Бойко С. Г., Бойко Е. Р.</i>	
СОПУТСТВУЮЩИЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ И ИХ РОЛЬ В РАЗВИТИИ И ТЕЧЕНИИ НОВОЙ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ У ПАЦИЕНТОВ С РЕВМАТИЧЕСКИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ: ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ .....	77
<i>Вахлевский В. В., Тыренко В. В.</i>	
РОЛЬ МУЛЬТИСПИРАЛЬНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ В ОЦЕНКЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ У ПАЦИЕНТОВ С ШОКОГЕННОЙ ТРАВМОЙ: ОТКРЫТОЕ ПРОСПЕКТИВНОЕ КОГОРТНОЕ КЛИНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ .....	90
<i>Гири А. О., Черненко С. В., Стуканов М. М., Папулов В. Г., Еселевич Р. В., Рудаков Д. А., Румянцев В. Н., Хасбулатов С. М.</i>	
СКЛОННОСТЬ К РИСКУ У КУРСАНТОВ АВИАЦИОННЫХ И ВРАЧЕБНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ: РЕТРОСПЕКТИВНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ .....	99
<i>Смагина Е. Е., Кузнецова Е. В.</i>	
ОПТИМИЗАЦИЯ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ С ХРОНИЧЕСКИМ СМЕШАННЫМ КОХЛЕОВЕСТИБУЛЯРНЫМ СИНДРОМОМ: ОПИСАТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ .....	105
<i>Миронов В. Г., Бабенкова И. Г., Миронов И. В.</i>	
ЦЕННОСТНЫЕ ОТНОШЕНИЯ ДЕЗАДАПТИРОВАННЫХ КУРСАНТОВ: РЕТРОСПЕКТИВНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ .....	117
<i>Ятманов А.Н., Мартиросян А.М., Арустамян М.А., Федоров Е.В.</i>	

### КРАТКОЕ СООБЩЕНИЕ

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ-ПОДВОДНИКОВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ .....	125
<i>Мунтян И.М., Федоткина С.А.</i>	

**Журнал включен в Перечень рецензируемых научных журналов ВАК  
для опубликования основных научных результатов диссертаций по специальностям:**

- 3.1.6. Онкология, лучевая терапия (биологические науки)
- 3.1.18. Внутренние болезни (медицинские науки)
- 3.1.20. Кардиология (медицинские науки, биологические науки)
- 3.1.22. Инфекционные болезни (медицинские науки, биологические науки)
- 3.1.24. Неврология (медицинские науки)
- 3.1.27. Ревматология (медицинские науки)
- 3.2.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях (медицинские науки)
- 3.3.7. Авиационная, космическая и морская медицина (медицинские науки, биологические науки)

## Contents

### REVIEWS

WATER-ELECTROLYTE METABOLISM AND RENAL FUNCTION UNDER ACTION OF HYPERBARIC FACTORS.....	7
<i>Shitov A. Yu., Zverev D. P., Myasnikov A. A., Klenkov I. R., Andrusenko A. N., Israfilov Z. M., Kolchanov S. P.</i>	
ANALYSIS OF ORGANIZATIONAL CAPABILITY OF NATO NAVAL FORCES IN ARCTIC .....	21
<i>Kupriyanov S. A., Chernikov O. G., Mavrenkov E. M., Emelianov Yu. A.</i>	
BIOINFORMATIC SEARCH FOR GENETIC MARKERS OF SYSTEMIC MANIFESTATION OF PERSON'S INCLINATION TO AGGRESSIVE, SUICIDAL AND ADDICTIVE BEHAVIOR .....	33
<i>Shatyr Yu. A., Mulik A. B., Trandina A. E., Buntovskaya A. S., Glushakov R. I.</i>	
CROSSOVER STUDIES IN MEDICINE AND PUBLIC HEALTH.....	45
<i>Kholmatova K. K., Gorbatova M. A., Kharkova O. A., Grjibovski A. M.</i>	
AIR EMBOLISM. PREROGATIVE OF DIVING PHYSICIAN, MEDICAL CASUISTRY OR PROBLEM THAT "DOES NOT EXIST"?.....	58
<i>Logunov A. T., Mosyagin I. G., Stroy A. V., Pavlov N. B., Amirov R. R., Palikov V. A., Murashev A. N., Kuznetsova T. E., Baranov V. M.</i>	

### ORIGINAL ARTICLES

SEASONAL DYNAMICS OF PHYSIOLOGICAL PARAMETERS IN DIFFERENT SOCIAL GROUPS OF YOUNG MEN IN THE EUROPEAN NORTH: SOMPARATIVE STUDY.....	69
<i>Loginova T. P., Bayrhayev A. B., Tukavkina V. N., Boyko S. G., Boyko E. R.</i>	
CONCOMITANT DISEASES AND THEIR ROLE IN THE DEVELOPMENT AND COURSE OF A NEW CORONAVIRUS INFECTION IN PATIENTS WITH RHEUMATIC DISEASES: ORIGINAL RESEARCH .....	77
<i>Vakhlevskiy V. V., Tyrenko V. V.</i>	
ROLE OF MULTISPIRAL COMPUTED TOMOGRAPHY IN EVALUATING DIAGNOSTIC DATA OF PATIENTS WITH SHOCK-PRODUCING TRAUMA: OPEN PROSPECTIVE COHORT CLINICAL STUDY.....	90
<i>Girsh A. O., Chernenko S. V., Stukanov M. M., Papulov V. G., Eselevich R. V., Rudakov D. A., Rummyantsev V. N., Khasbulatov S. M.</i>	
RISK PROPENSITY IN CADETS OF AVIATION AND MEDICAL SPECIALTIES: RETROSPECTIVE STUDY .....	99
<i>Smagina E.E., Kuznetsova E.V.</i>	
OPTIMIZATION OF TREATING PATIENTS WITH CHRONIC MIXED COCHLEOVESTIBULAR SYNDROME: DESCRIPTIVE STUDY .....	105
<i>Mironov V. G., Babenkova I. G., Mironov I. V.</i>	
VALLUES-BASED ATTITUDES OF MALADJUSTED CADETS: RETROSPECTIVE STUDY .....	117
<i>Yatmanov A. N., Martirosyan A. M., Arustamyan M. A., Fedorov E. V.</i>	

### SHORT MESSAGE

IMPROVEMENT OF TRAINING ACTIVITIES OF EXPERT DIVERS IN RUSSIAN FEDERATION.....	125
<i>Muntyan I.M., Fedotkina S.A.</i>	

## ОБЗОРЫ/REVIEWS

УДК 612.274, 612.466

doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-2-7-20>**ВОДНО-ЭЛЕКТРОЛИТНЫЙ ОБМЕН И ФУНКЦИИ ПОЧЕК  
ПРИ ДЕЙСТВИИ ФАКТОРОВ ГИПЕРБАРИИ**<sup>1</sup>А. Ю. Шитов\*, <sup>1</sup>Д. П. Зверев, <sup>1</sup>А. А. Мясников, <sup>1</sup>И. Р. Кленков, <sup>1,2</sup>А. Н. Андрусенко,  
<sup>1</sup>З. М. Исрафилов, <sup>1</sup>С. П. Колчанов<sup>1</sup>Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия<sup>2</sup>Научно-исследовательский институт промышленной и морской медицины ФМБА России,  
Санкт-Петербург, Россия

**ВВЕДЕНИЕ.** В многочисленных исследованиях в области гипербарической физиологии и водолазной медицины отмечены изменения водно-электролитного обмена, а также функций почек человека и животных при нахождении в условиях повышенного давления газовой и водной сред. Несмотря на неоспоримое участие жидкости в процессах насыщения-рассыщения организма от индифферентного газа, а также в процессах поддержания осмотического гомеостаза, роль водно-электролитного обмена и функций почек в процессах адаптации к условиям гипербарии остается недостаточно исследованной.

**ЦЕЛЬ.** Выявить механизмы и закономерности изменений водно-электролитного обмена и функций почек при действии факторов гипербарии.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** Проведен обзор работ из наукометрических баз данных: eLibrary.ru, РИНЦ, Scopus, PubMed, Cochrane, Google Scholar, [www.academickeys.com](http://www.academickeys.com), Ulrichsweb, [www.research4life.org](http://www.research4life.org), [www.lens.org](http://www.lens.org), [www.cabi.org](http://www.cabi.org), [rucont.ru](http://rucont.ru), [www.ebsco.com](http://www.ebsco.com), [www.mendeley.com](http://www.mendeley.com), [OpenCitations.net](http://OpenCitations.net), [unpaywall.org](http://unpaywall.org), [xueshu.baidu.com](http://xueshu.baidu.com), [www.wikidata.org](http://www.wikidata.org), [na.neicon.ru](http://na.neicon.ru), [keepers.issn.org](http://keepers.issn.org). Поиск проводился по ключевым словам и словосочетаниям на русском и английском языках: водолаз, водно-электролитный обмен, выделительная система, функции почек, диурез, почка, токсическое действие азота, гипероксия, гипоксия, декомпрессионная болезнь, токсическое действие кислорода. Проанализировано 155 литературных источников за 1975–2023 гг., из которых в обзор было включено 53 работы, которые соответствовали критериям включения и исключения. При этом из включенных в обзор работ не менее 80 % были изданы в течение последних десяти лет.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** В большинстве проанализированных работ содержится информация о нарастании диуреза в ходе подводных погружений у большинства испытуемых. Кроме усиления диуреза отмечается увеличение выделения с мочой натрия и калия, коррелировавшее с количеством образовавшейся мочи. В условиях гипербарии часто выявляется гипернатриемия и увеличение гидратации тканей, обусловленные токсическим действием кислорода, пересыщением тканей организма индифферентными газами и токсическим действием азота. В условиях гипербарии ренин-ангиотензин-альдостероновая система (РААС) и ее основной компонент альдостерон играют ключевую роль в изменениях водно-электролитного обмена. Роль антидиуретического гормона интересна тем, что у него обнаружена масса «неклассических» эффектов, которые вполне могли проявляться в условиях гипербарии и никогда ранее не ассоциировались с действием повышенного давления на регуляцию водно-электролитного обмена.

**ОБСУЖДЕНИЕ.** Нахождение в условиях повышенного давления газовой и водной сред сопровождается многочисленными и порой разнонаправленными изменениями в водно-электролитном обмене и функциях почек. Потеря воды и электролитов организмом, регистрируемая биоимпедансными методами в ходе действия факторов гипербарии, может приводить к дегидратации. Это, в свою очередь, может увеличивать риск развития специфических заболеваний водолазов, прежде всего таких, как декомпрессионная болезнь. В исследованной литературе не содержится и четких рекомендаций по коррекции водно-электролитного баланса у водолазов. В некоторых работах представлены данные, указывающие на возможность и полезность приема жидкостей (напитков) или фармакологических препаратов, влияющих на водно-электролитный обмен водолазов.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Анализ данных литературы показал, что в условиях действия факторов гипербарии возникают специфические изменения водно-электролитного обмена и функций выделительной системы. У большинства испытуемых эти изменения заключаются в усилении диуреза, гипернатриемии и снижении гидратации тканей. В тех случаях, когда

© Авторы, 2024. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Научно-исследовательский институт промышленной и морской медицины федерального медико-биологического агентства». 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>



действие неблагоприятных факторов гипербарии приводило к развитию патологических изменений, отмечалась гипергидратация тканей и нарастание концентрации в крови калия, а также снижение содержания натрия в моче. Это может указывать на возможность формирования в условиях гипербарии специфического феномена «диуреза давления». Все изменения, происходящие в организме под действием факторов гипербарии, необходимо рассматривать с позиций индивидуальной устойчивости к этим факторам и в первую очередь к декомпрессионной болезни. Исследования водно-электролитного обмена и функций почек водолазов в условиях действия неблагоприятных факторов гипербарии актуальны с целью разработки системы мер коррекции и профилактики выявленных нарушений.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** морская медицина, водолаз, диурез давления, декомпрессионная болезнь, водно-электролитный обмен, токсическое действие азота, токсическое действие кислорода, гипоксическая гипоксия

\*Для корреспонденции: Шитов Арсений Юрьевич, e-mail: arseniyshitov@mail.ru

\*For correspondence: Arseniy Yu. Shitov, e-mail: arseniyshitov@mail.ru

Для цитирования: Шитов А. Ю., Зверев Д. П., Мясников А. А., Кленков И. Р., Андрусенко А. Н., Исрафилов З. М., Колчанов С. П. Водно-электролитный обмен и функции почек при действии факторов гипербарии // *Морская медицина*. 2024. Т. 10, № 2. С. 7–20. doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-2-7-20> EDN: <https://elibrary.ru/SBNTUA>  
**For citation:** Shitov A. Yu., Zverev D. P., Myasnikov A. A., Klenkov I. R., Andrusenko A. N., Israfilov Z. M., Kolchanov S. P. Water-electrolyte metabolism and renal function under action of hyperbaric factors // *Marine Medicine*. 2024. V. 10, No. 2. S. 7–20. doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-2-7-20> EDN: <https://elibrary.ru/SBNTUA>

## WATER-ELECTROLYTE METABOLISM AND RENAL FUNCTION UNDER ACTION OF HYPERBARIC FACTORS

<sup>1</sup>Arseniy Yu. Shitov\*, <sup>1</sup>Dmitriy P. Zverev, <sup>1</sup>Aleksey A. Myasnikov, <sup>1</sup>Ilyas R. Klenkov, <sup>1,2</sup>Andrey N. Andrusenko, <sup>1</sup>Zagir M. Israfilov, <sup>1</sup>Sergey P. Kolchanov

<sup>1</sup>Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup>Scientific research institute of industrial and marine medicine Federal medical and biological agency, St. Petersburg, Russia

**INTRODUCTION.** Numerous studies in the field of hyperbaric physiology and diving medicine note changes in the water-electrolyte metabolism as well as renal function of men and animals in conditions of high pressure of gas and water environments. Despite undeniable water part in the process of body saturation-desaturation from indifferent gas as well as in processes of maintaining osmotic homeostasis, the role of water-electrolyte metabolism and renal functions in adaptation processes to hyperbaric conditions remains under-researched.

**OBJECTIVE.** To determine mechanisms and patterns of changes in the water-electrolyte metabolism and renal functions under the action of hyperbaric factors.

**MATERIALS AND METHODS.** Review work of scientometric databases was conducted: eLibrary.ru, RSCI, Scopus, PubMed, Cochrane, Google Scholar, [www.academickeys.com](http://www.academickeys.com), Ulrichsweb, [www.research4life.org](http://www.research4life.org), [www.lens.org](http://www.lens.org), [www.cabi.org](http://www.cabi.org), [rucont.ru](http://rucont.ru), [www.ebsco.com](http://www.ebsco.com), [www.mendeley.com](http://www.mendeley.com), [OpenCitations.net](http://OpenCitations.net), [unpaywall.org](http://unpaywall.org), [xueshu.baidu.com](http://xueshu.baidu.com), [www.wikidata.org](http://www.wikidata.org), [na.neicon.ru](http://na.neicon.ru), [keepers.issn.org](http://keepers.issn.org): the search was done by keywords and phrases in Russian and English: a diver, water-electrolyte metabolism, excretory system, renal functions, diuresis, kidney, nitrogen toxic effect, hyperoxia, hypoxia, decompression sickness, oxygen toxic effect. 155 literary sources of 1975–2023 were analyzed, 53 works of which were included in the review, met the criteria for inclusion and exclusion. In this case, at least 80 % of works, included in the review, have been published for the past 10 years.

**RESULTS.** Most analyzed works contain information on an increase in diuresis in most subjects in the course of diving. Apart from it, there is an increase in the excretion of sodium and potassium in the urine, correlated with the amount of urine produced. Hypernatremia and an increase in tissue hydration are often revealed in the hyperbaric conditions, cause by oxygen toxic effect, supersaturation of body tissues with indifferent gases and nitrogen toxic effect. Renin-angiotensin-aldosterone system (RAAS) and its main component aldosterone play a key role in changes of the water-electrolyte metabolism in the hyperbaric conditions. The role of antidiuretic hormone is interesting because a lot of “non-classical” effects are uncovered in it that could be manifested in hyperbaric conditions and have never been associated with the action of high pressure on the regulation of the water-electrolyte metabolism.

**DISCUSSION.** Staying in conditions of increased pressure of the gas and water environment is subject to numerous and sometimes divergent changes in the water-electrolyte metabolism and renal functions. The loss of water and electrolytes by the body, recorded by bioimpedance methods in the course of hyperbaric factors, might result in dehydration. This, in turn, can increase the risk of developing specific divers’ disease, primarily such as decompression sickness. The studied literature does not provide clear guidelines on water-electrolyte balance correction in divers. Some works present data showing the possibility and usefulness of liquid intake (drinks) or pharmacological drugs, affecting divers’ water-electrolyte metabolism.

**CONCLUSION.** Analysis of literature data shows that specific changes of water-electrolyte metabolism and functions of excretory system emerge in the conditions of hyperbaric factors. In most subjects, these changes involve increased

diuresis, hypernatremia and reduced tissue hydration. In cases where the effect of the adverse hyperbaric factor led to the development of pathological changes, tissue hyperhydration and increasing concentration of potassium in the blood as well as reduction of sodium in the urine were observed. This could indicate the possibility of forming the specific phenomenon “pressure diuresis” in hyperbaric conditions. All changes, occurring in the body under the action of hyperbaric factors, should be considered in terms of individual resistance to these factors and primarily to decompression sickness. Studies of divers’ water-electrolyte metabolism and renal function in the conditions of adverse hyperbaric factors are relevant with a view to developing the system of correction measures and prevention of the revealed violations.

**KEYWORDS:** marine medicine, diver, pressure diuresis, decompression sickness, water-electrolyte metabolism, nitrogen toxic effect, oxygen toxic effect, hypoxic hypoxia

**Введение.** В многочисленных исследованиях в области гипербарической физиологии и водолазной медицины отмечены изменения водно-электролитного обмена, а также функций почек человека и животных при нахождении в условиях повышенного давления газовой и водной сред. Эти изменения в основном характеризуются увеличением диуреза и повышенной экскрецией с мочой различных веществ. Поэтому у большинства водолазов, особенно при многократных погружениях, отмечается снижение гидратации тканей организма, связанное с перемещением жидких сред [1–3].

Такие изменения напоминают перестройку водно-электролитного обмена у космонавтов, происходящую на заключительном этапе полета. [4]. У них наблюдалось уменьшение объема внеклеточной жидкости за счет падения объема циркулирующей крови и другие гемодинамические сдвиги. При этом развивается отрицательный баланс жидкости и повышается вероятность развития декомпрессионной болезни (ДБ) – заболевания, актуального как для водолазов, так и для космонавтов (летчиков) [5, 6].

Исследователи отмечали, что разнообразие параметров подводных погружений не сильно влияло на наблюдаемую картину изменений водно-электролитного обмена и гидратации тканей организма у водолазов [7]. Это, возможно, означает, что причины указанных нарушений водно-электролитного обмена надо искать не в длительности, глубине или частоте водолазных спусков и даже не в используемых при этом искусственных дыхательных смесях, а в других, в настоящее время недостаточно исследованных, факторах. Эти факторы должны присутствовать при всех (или в большинстве) водолазных погружений и оказывать комплексное воздействие на организм. В настоящее время к таким факторам относят повышенное давление газовой среды, определяемое величиной парциального давления газов, уровнем и пере-

падами общего давления, изменениями плотности, химического состава, теплопроводности и температуры дыхательной газовой смеси.

Результатом действия этих факторов может быть развитие декомпрессионного газообразования (ДГ), возникновение гипоксической гипоксии (ГГ), токсического действия азота (ТДА) и токсического действия кислорода (ТДК). Общеизвестно, что вероятность возникновения водолазных заболеваний (патологических состояний) при действии указанных факторов гипербарии определяется не только силой их действия, но и индивидуальной устойчивостью человека [5, 6, 8–10].

Поэтому мы считаем, что не только сами факторы гипербарии, но и индивидуальная устойчивость к ним может определять вектор и величину изменений водно-электролитного обмена человека при водолазных погружениях. При этом в более ранних и достаточно объемных работах многочисленных исследователей, касающихся изменений водно-электролитного обмена в условиях гипербарии, аспект индивидуальной устойчивости не освещен [7]. Более того, часто научные работы в данном направлении представляли собой констатацию фактов тех или иных изменений водно-электролитного обмена, не связывая их с заболеваниями водолазов и не раскрывая физиологических механизмов, лежащих в их основе, не говоря уже о возможностях профилактики [11].

Кроме того, в настоящее время актуальной для водолазной медицины является разработка косвенных способов определения устойчивости организма к факторам гипербарии, основанных на исследовании функций различных систем организма. Дело в том, что прямые способы определения устойчивости связаны с воздействием неблагоприятных факторов гипербарии на организм водолаза и не исключают развития легких форм заболеваний. Особенно это касается ДБ – заболевания часто встречающегося у

водолазов. В более ранних исследованиях нами было отмечено, что состояние водно-электролитного обмена отражает уровень функционирования не только выделительной системы, но и всего организма. Таким образом, состояние водно-электролитного обмена является важным показателем гомеостаза и будет отражать устойчивость человека к действию различных факторов гипербарии [12, 13].

Из всего вышеизложенного следует, что, несмотря на неоспоримое участие жидкости в процессах насыщения–рассыщения организма от индифферентного газа, а также в процессах поддержания осмотического гомеостаза, роль водно-электролитного обмена и функций почек в процессах адаптации к условиям гипербарии остается недостаточно исследованной.

**Цель.** На основании обзора литературы выявить механизмы и закономерности изменений водно-электролитного обмена и функций почек при действии факторов гипербарии.

**Материалы и методы.** Для достижения поставленной цели был проведен обзор работ из наукометрических баз данных и проанализированы запросы, полученные на различных сайтах при помощи поисковых систем eLibrary.ru, РИНЦ, Scopus, PubMed, Cochrane, Google Scholar, www.academickeys.com, Ulrichsweb, www.research4life.org, www.lens.org, www.cabi.org, rucont.ru, www.ebsco.com, www.mendeley.com, OpenCitations.net, unpaywall.org, xueshu.baidu.com, www.wikidata.org, na.neicon.ru, keepers.issn.org. Анализ выполняли по ключевым словам и словосочетаниям на русском и английском языках: водолаз, водно-электролитный обмен, выделительная система, функции почек, диурез, почка, токсическое действие азота, гипероксия, гипоксия, декомпрессионная болезнь, токсическое действие кислорода. Кроме того, исследовалась литература фундаментальной библиотеки Военно-медицинской академии имени С. М. Кирова (Санкт-Петербург). Было проанализировано 155 литературных источников за 1975–2023 гг., из которых в обзор было включено 53 работы, соответствующие критериям включения и исключения. При этом из 53 включенных в обзор работ не менее 80 % были изданы в течение последних десяти лет. Включение в аналитический обзор работ, изданных более десяти лет назад, допускалось в случае, если это были первоисточники или они содержали высокоинформативные материалы (или обзоры).

**Результаты.** В большинстве исследованных нами работ содержится информация о нарастании диуреза в ходе подводных погружений у двух третей испытуемых. Если рассматривать многократные в течение суток водолазные спуски, то наибольшее усиление диуреза происходило вначале погружений при первых спусках. При анализе параметров диуреза в ходе спусков методом длительного пребывания под повышенным давлением выявлено, что наибольшее усиление диуреза происходит в первые часы или дни нахождения в условиях гипербарии. Но при этом в некоторых исследованиях существуют указания на то, что примерно у 1-2 испытуемых из 10 не только не происходит усиления мочеотделения, но даже наблюдается снижение диуреза [7, 14–17].

Кроме усиления диуреза исследователи отмечали увеличение выделения с мочой различных веществ, коррелировавшее с количеством образовавшейся мочи. В то же время в литературе не содержится указаний на рост потребления жидкости водолазами в гипербарических условиях, что может наводить на мысль о развивающейся в условиях гипербарии гипогидратации организма. В доступной литературе практически не содержится материалов, посвященных исследованиям потерь жидкости с калом или дыханием у водолазов [3, 7, 18–21].

Что касается влияния искусственных газовых дыхательных смесей (ИГДС) на гидратацию тканей организма и водно-электролитный обмен, то большинство источников указывает на снижение неощутимых потерь жидкости при применении ИГДС в процессе подводных погружений. Объясняется это прежде всего снижением скорости диффузии жидкости в легких, особенно если использовались ИГДС на основе гелия [7, 17, 18].

Часто увеличение диуреза сопровождалось снижением массы тела, которое никак не было связано с рационом питания или водопотреблением, что позволило авторам исследований прийти к выводу о дегидратации организма в условиях гипербарии [7]. Снижение массы тела имело прямую, сильную корреляционную связь с величиной окружающего давления и временем нахождения в таких условиях. Снижение массы тела наиболее выраженным было у экспериментальных животных. Для подтверждения возможности дегидратации организма в условиях гипербарии были проведены исследо-

вания, заключавшиеся в оценке осмолярности крови, которые показали ее снижение у некоторых испытуемых [20]. Конечно, при этом не анализировался состав дыхательных газовых смесей, действующие факторы гипербарии и устойчивость организма к этим факторам.

В других исследованиях был показан рост осмолярности крови крыс при полном насыщении организма индифферентными газами. Особенно этот эффект был выражен при дыхании азотом, в меньшей степени – гелием. Однако процессы, связанные с изменением гидратации и осмотического статуса, происходящие при насыщении (и особенно перенасыщении) тканей организма от индифферентного газа, исследованы не были [20].

Основная масса исследователей считает, что действие повышенного давления на систему дыхания является основополагающим фактором, влияющим на регуляцию объема крови и поддержание осмотического гомеостаза. В гипербарических условиях повышенная плотность дыхательной газовой смеси будет усиливать работу дыхательной системы за счет растяжения и сжатия тканей легких, которые в данных условиях будут формировать присасывающий эффект грудной клетки. Именно за счет этого механизма увеличивается приток венозной крови к сердцу, растет транспульмональное давление, растягиваются предсердия и увеличивается объем циркулирующей крови (ОЦК). В условиях нормобарии увеличение ОЦК вызывает активацию механизмов, подавляющих секрецию антидиуретического гормона (АДГ) и альдостерона, а также увеличивает выброс предсердного натрийуретического фактора (натрийуретического пептида).

Однако исследования, проведенные в условиях гипербарии, показали разнонаправленные результаты. В одних работах говорится о снижении количества АДГ и альдостерона в условиях гипербарии [14, 17], в других – приводятся результаты, свидетельствующие о резком росте содержания указанных гормонов в плазме крови или моче испытуемых [18, 19]. Однозначной трактовки указанного явления в исследованной литературе не приводится. В одних работах сообщается о влиянии стресса или гиперкалиемии [20], в других – о непосредственном действии факторов гипербарии на гипоталамо-гипофизарную систему, а в третьих – утверждается, что АДГ и альдостерон вооб-

ще не участвуют в регуляции водно-электролитного обмена в условиях гипербарии [19].

Так или иначе, но из всех факторов гипербарии в большинстве работ диоксид углерода или кислород указаны в качестве основных агентов, действующих на нейрогипофиз, гипоталамус и надпочечники, совершенно не затрагивая вопросов декомпрессионного газообразования. При рассмотрении гиперкапнии или гипероксии в качестве основного фактора, влияющего на регуляцию водно-электролитного обмена, большая часть исследователей сходятся во мнении, что не сам диоксид углерода или кислород будут влиять на гипоталамо-гипофизарную систему, а ацидоз, возникающий вследствие их действия, будет снижать секрецию АДГ и увеличивать диурез. Развитие ацидоза за счет уменьшения концентрации калия внутри клеток, будет способствовать снижению реакции организма на АДГ и развитию диуреза. Свой вклад в повышение диуреза будет вносить и увеличение содержания мочевины в крови за счет усиления процессов катаболизма при подводных погружениях [7].

Эффекты гипероксии на функции почек начали интересовать исследователей с момента активного использования кислорода в качестве лечебного средства. Полученные в ходе проведения сеансов оксигенотерапии данные показали, что не только сила, но и вектор действия кислорода на водно-электролитный обмен и функции почек будет зависеть как от дозы кислорода, так и от способа его введения в организм. Так, подкожное введение кислорода не влияло на уровень диуреза и концентрацию электролитов в моче [22]. Если биомеханика дыхания менялась за счет принудительной вентиляции легких, то отмечалось снижение диуреза. Но как только биомеханика дыхания восстанавливалась, дыхание кислородом сразу приводило к усилению диуреза и повышению выведения натрия с мочой у большинства испытуемых. Эффекты гипербарического кислорода на диурез чаще всего объясняются сосудосуживающим действием, которое, в свою очередь, определяется его дозой [22].

Кроме гипероксии многих исследователей интересовал вопрос влияния гипоксии на водно-электролитный обмен и функции почек. Этот интерес был обусловлен развитием горной, а также авиационной и космической медицины. Уже первые исследования выявили отсутствие

усиления кровотока в почке при развитии гипоксии ее тканей. Последующие работы показали, что это связано с необходимостью реабсорбции натрия. Именно процесс реабсорбции натрия требует высоких энергетических затрат, и повышенный кровоток в почке привел бы к запредельному их росту. В то же время многочисленные работы показывают усиление диуреза в условиях начинающейся гипоксии, которая способна приводить к дегидратации при продолжительном действии пониженного парциального давления кислорода на организм. При действии выраженной гипоксии уже регистрировалось снижение диуреза, приводившее к отекам и гипергидратации. Исследования в области горной медицины показали большие потери жидкости с дыханием и рассогласование работы РААС, приводящее к изменению электролитного состава плазмы крови [23–26].

Именно нарушения электролитного состава крови послужили толчком к исследованию изменений содержания калия, натрия и других веществ в крови и моче у водолазов. Такие работы проводились в СССР в рамках программ «Черномор» и «Ихтиандр», а в США и Японии – Seadragon, Seatopia и Hana Kai. В большинстве работ, опубликованных по материалам данных исследований, отмечаются гипернатриемия и увеличение гидратации тканей, обусловленные токсическим действием кислорода, пересыщением тканей организма индифферентными газами и токсическим действием азота. Причем совместное действие указанных факторов могло многократно увеличивать гипернатриемию, а замена воздуха и снижение парциального давления кислорода, за счет применения кислородно-гелиевых смесей, снижало уровень гипернатриемии [7, 27–29].

При гипернатриемии закономерным выглядит увеличение концентрации натрия в моче. В рассмотренных источниках по-разному трактуют механизмы гипербарической натрийурии. По мнению одних исследователей, причина гипернатрийурии – гипероксия или гипоксия, других – увеличение плотности дыхательной газовой смеси, повышение парциального давления азота или пересыщение тканей индифферентным газом, сопровождающееся ростом декомпрессионного газообразования [2, 7, 30, 31].

Все представленные в рассмотренной нами литературе концепции имеют право на существование, так как в их основе лежит форми-

рование ацидоза различных типов, который в конечном счете способствует увеличенному выведению натрия с мочой. Интересна также динамика выведения натрия с мочой, которая показывает рост его экскреции почками вплоть до величин давления, превышающего 2 МПа. Многие исследователи отмечали медленное восстановление увеличенной экскреции натрия с мочой, причем чем выше было давление, под которым находились испытуемые, тем медленнее восстанавливалась скорость экскреции натрия [20].

При этом в литературе описаны случаи, когда, несмотря на силу действующих факторов гипербарии, у каждого пятого испытуемого не отмечалось усиленной экскреции натрия с мочой, а регистрировалось даже снижение этого показателя. Конкретного объяснения указанному факту в доступной литературе обнаружить не удалось, но если суммировать все высказанные предположения, то речь может идти о снижении клубочковой фильтрации, повышении канальцевой реабсорбции или комбинации указанных механизмов. На эти процессы в гипербарических условиях могут влиять многие факторы. К ним можно отнести изменение скорости почечного кровотока, стрессовые ситуации или особенности адаптации к действию факторов гипербарии [7, 17, 20, 29].

Большинство исследователей считают, что в условиях гипербарии именно РААС и ее основной компонент альдостерон будут играть ключевую роль при изменениях водно-электролитного обмена. Известно, что альдостерон снижает экскрецию натрия с мочой, поэтому закономерно было бы предположить снижение уровня альдостерона в крови у испытуемых в условиях гипербарии. Однако в проанализированных работах отмечен рост концентрации этого гормона в плазме крови, а примерно у 15–20 % испытуемых его повышение было значительным. И опять-таки ясной трактовки указанного факта в литературе не представлено. Высказаны предположения об увеличении активности коры надпочечников, повышенной выработки адренокортикотропного гормона или изменения функций щитовидной железы. Вне зависимости от того, какие механизмы участвуют в стимуляции увеличения концентрации альдостерона в гипербарических условиях, сам по себе гиперальдостеронизм может приводить к нежелательным эффектам,

закрывающимся в конечном итоге в развитии патологических состояний сердечно-сосудистой системы, часто наблюдаемых у водолазов с большим стажем работ [7].

В исследованной литературе представлена информация о том, что почки в гипербарических условиях иногда не реагируют на увеличение концентрации альдостерона повышенной задержкой натрия. Причин этого явления приводится несколько. Так, не последнее место среди них занимает потеря чувствительности к альдостерону клетками почечных канальцев, происходящая из-за блокады минералокортикоидных рецепторов различными веществами. Вторая важная причина отсутствия реакции натрийуреза на альдостерон в условиях гипербарии может быть связана с возникновением более сильных натрийуретических факторов, что не позволяет тормозить выведение натрия почками. Первые данные о наличии таких натрийуретических факторов появились во время исследований, посвященных оценке функций организма при длительном нахождении в условиях гипербарии в сочетании с иммерсией, когда одновременно с высокой концентрацией натрия в моче обнаруживались и высокие показатели альдостерона в крови. Тогда было впервые высказано предположение о том, что высокая концентрация натрия в моче при иммерсии в условиях гипербарии обусловлена выделением натрийуретического пептида, являющегося антагонистом альдостерона [7, 17, 19, 20].

Другие исследователи указывают на возможную роль АДГ в усилении натрийуретических реакций при гипербарии и противопоставляют его действие эффектам альдостерона. Дальнейшее исследование роли АДГ в регуляции водно-электролитного обмена интересно еще и тем, что у него обнаружена масса «неклассических» эффектов, которые вполне могут проявляться в условиях гипербарии и никогда ранее не ассоциировались с действием повышенного давления на водно-электролитный обмен. Например, АДГ изменяет болевую чувствительность, что в последнее время выявляется у водолазов при пересыщении тканей индифферентным газом и развитии декомпрессионного газообразования [32]. Выявлено также, что АДГ способствует повреждению костей, увеличению свертываемости крови, развитию миокардиодистрофии и других признаков поражения сердечно-сосудистой системы, что часто обна-

руживается у болевших и не болевших ДБ водолазов с большим стажем работ [33, 34].

Имеются работы, в которых приводятся результаты исследований, указывающие на гипероксию как на причину повышенного натрийуреза у водолазов. Авторы связывали это с высокой чувствительностью процессов реабсорбции натрия к гипероксии, а также с усилением действия кислорода при введении минералокортикоидов. Возможно, именно эти механизмы лежат в основе снижения чувствительности клеток к альдостерону. В исследованной литературе присутствуют многочисленные данные, указывающие на возможность повреждения ткани почек при гипероксии и развитии оксидативного стресса, проявляющегося разрушением митохондрий, повреждением почечных канальцев и снижением скорости ферментативных реакций [7, 35–37].

В ходе анализа литературы, посвященной изменениям у водолазов содержания калия в крови и моче, мы столкнулись с большим разнообразием данных. Есть работы, в которых говорится о повышении уровня калия в крови при спусках на большие и малые глубины, в других исследованиях говорится о снижении его содержания в крови у водолазов. Причем в качестве обоснования как повышения, так и понижения уровня калия в крови у водолазов представлены самые разные и порой взаимоисключающие концепции. Так, в некоторых работах продемонстрированы данные, указывающие на повышение активности поджелудочной железы, приводящие к переходу калия в клетки и снижению его содержания в плазме крови [30].

В других работах сообщается о повышении уровня калия в крови, связанном с возникновением ацидоза при развитии гипероксии или токсическом действии азота [27, 28]. Причем при использовании ИГДС с пониженным парциальным давлением азота и кислорода уровень гиперкалиемии у водолазов снижался. В то же время выведение калия с мочой имело сходную динамику с таковой у натрия и зависело от глубины погружения и времени нахождения под водой. Наиболее сильно уровень калия в моче у водолазов повышался в первые сутки нахождения в условиях гипербарии, а снижался через некоторое время после декомпрессии. Многие исследователи отмечали, что повышенное выведение калия с мочой сопровождалось снижением его концентрации в тканях и клетках и увеличе-

нием содержания в плазме крови, и связывали это с действием альдостерона [28, 29]. Известно, что альдостерон увеличивает выведение калия и усиливает реабсорбцию натрия за счет усиления активности натрий-водородного антипорта. В условиях нормобарии уменьшение секреции калия соответствует снижению реабсорбции натрия, однако в условиях гипербарии экскреция натрия и калия с мочой увеличиваются одновременно. Многие исследователи пытались найти объяснение этому явлению, но ответ был получен только после открытия в печени рецепторов, отвечающих за выведение калия. Оказалось, что гипероксия, которая снижает печеночный кровоток, будет активизировать выведение калия с мочой при пониженной реабсорбции натрия [7, 17, 19, 22, 38, 39].

Если рассматривать изменения фосфорного и кальциевого обмена в условиях гипербарии, то, анализируя данные литературных источников, достаточно сложно сделать какие-либо определенные выводы. Даже учитывая высокую частоту развития у водолазов асептического (дисбарического) остеонекроза, исследований в этом направлении в настоящее время проведено явно недостаточно. Понятно, что при физическом нарушении структуры костей из них должен уходить кальций и фосфор, чего не наблюдается даже при многодневном нахождении в условиях гипербарии. Отмечается лишь увеличение их концентрации в плазме крови при декомпрессии. Для объяснения механизмов изменений фосфорного и кальциевого обмена следует обратить внимание на «неклассические» эффекты АДГ, так как этот гормон контролирует метаболизм костной ткани и способен активизировать деятельность остеокластов [34, 40].

Ранее нами были получены результаты, указывающие на повышенную концентрацию АДГ в плазме испытуемых, имеющих низкую и среднюю устойчивость к факторам гипербарии и особенно к декомпрессионному газообразованию. Поэтому не исключено, что проблему дисбарического остеонекроза у водолазов необходимо связывать с высоким уровнем декомпрессионного газообразования и нарушениями водно-электролитного обмена, возникающими при этом [13, 41].

Что касается содержания хлоридов в плазме крови и моче водолазов, то в большинстве работ отмечается увеличение концентрации этого

электролита, что обычно связывают с возникновением гиповолемии, ростом декомпрессионного газообразования или другими невыясненными причинами [30, 42].

**Обсуждение.** Нахождение в условиях повышенного давления газовой и водной сред сопровождается многочисленными и порой разнонаправленными изменениями в водно-электролитном обмене и функциях почек. При этом в большинстве случаев указанные изменения проявляются нарастанием диуреза, развитием отрицательного водного баланса, потерей электролитов и изменением гидратации тканей после различных по глубине, длительности, интенсивности и другим параметрам подводных погружений [7, 43]. Потеря воды и электролитов организмом, регистрируемая биоимпедансными методами в ходе действия факторов гипербарии, может приводить к дегидратации [3, 7]. Это в свою очередь может увеличивать риск развития специфических заболеваний водолазов, прежде всего таких, как ДБ. При этом, как известно, проблема ДБ актуальна не только для водолазной (морской), но и для авиационной (космической) медицины. Многочисленные исследования подтверждают важность диагностики и коррекции водно-электролитного обмена у космонавтов для повышения их устойчивости к факторам полета, при этом в водолазной медицине такие работы отсутствуют, но имеются единичные указания на возможность развития ДБ при нарушении водного баланса организма водолазов [5, 6, 11, 44].

Возможно, что многочисленные изменения в водно-электролитном обмене, диурезе и гидратации тканей организма водолазов условно можно объединить в специфический физиологический симптомокомплекс – феномен «диуреза давления» (или «диурез водолаза», «гипербарический диурез»). Проведенные нами исследования показали, что проявления этого феномена будут заключаться в повышенной экскреции калия и натрия с мочой, усилении диуреза, развитии гиперкалиемии и гипернатриемии у большинства водолазов, устойчивых к действию факторов гипербарии. Наибольшее число устойчивых испытуемых было выявлено при определении устойчивости к ДБ [45].

Если рассматривать указанный феномен, то крайне важно выявить физиологические механизмы его возникновения и определить, какую физиологическую роль в условиях гипербарии

он играет. Кроме того, нет никаких данных, характеризующих (или обосновывающих) снижение диуреза, уменьшение количества натрия в моче после (и в процессе) спусков под воду у 10–20 % обследованных испытуемых-водолазов. Такие факты прослеживаются в исследованной литературе и наводят на мысль о рассогласовании физиологических механизмов, участвующих в формировании вторичной мочи при подводных погружениях у части испытуемых.

Изменения гидратации тканей, показателей осмотического гомеостаза, водно-электролитного обмена и функций выделительной системы почти всегда оценивали при действии комплекса факторов гипербарии. Вследствие этого провести адекватную дифференцировку эффектов, возникающих при действии конкретного фактора гипербарии, не всегда представляется возможным. В доступной литературе не удалось обнаружить данных, указывающих на изменения водно-электролитного обмена и функций почек при действии каждого отдельного фактора гипербарии. При подвондн : погружениях к таким факторам в первую очередь относят факторы повышенного давления газовой среды, определяемые величиной парциального давления газов, уровнем и перепадами общего давления, изменениями плотности, химического состава, теплопроводности и температуры дыхательной газовой смеси. Эти факторы формируют специфические условия труда водолазов, влияют на их функциональное состояние и работоспособность. При превышении допустимых параметров результатом действия этих факторов может быть развитие различных водолазных заболеваний [46–49].

Кроме того, при исследованиях не учитывалась индивидуальная устойчивость испытуемых водолазов и экспериментальных животных к факторам гипербарии, а ведь она может варьировать в значительных пределах. Возможно, именно с этим связана противоречивость данных и отсутствие во многих ранних исследованиях связи уровня альдостерона в плазме крови и выделения натрия с мочой, активности РААС и содержания калия в крови и моче, а также многих других выявленных изменений в водно-электролитном обмене у водолазов. Некоторые исследователи прямо указывают на индивидуальные различия гормональных сдвигов и биохимических показателей крови и мочи у испытуемых, подвергавшихся влиянию

гипербарии, однако трактовки указанных изменений не приводят и группы испытуемых по устойчивости к факторам гипербарии не выделяют [46–50].

В исследованной литературе не содержится и четких рекомендаций по коррекции водно-электролитного баланса у водолазов. Хотя в некоторых работах, в основном зарубежных, представлены данные, указывающие на возможность приема жидкостей (напитков) или фармакологических препаратов, влияющих на водно-электролитный обмен водолазов [51, 52].

Так, в некоторых работах сообщается о возможности и даже необходимости приема перед подводным погружением напитков, содержащих хлорид натрия в различных концентрациях. Обоснованием применения указанных напитков служит необходимость задержки жидкости в организме и профилактика гипогидратации у водолазов. При этом предлагаемые способы приема и дозировки указанных напитков, да и сами напитки были подобраны эмпирическим путем. В этих исследованиях не представлено физиологическое обоснование приема данных веществ с целью коррекции нарушений водно-электролитного обмена и функций выделительной системы у водолазов, хотя указывается на безусловную полезность приема таких напитков при подводных погружениях [39, 53]. Это обосновывает необходимость проведения дополнительных исследований по выявлению нарушений водно-электролитного обмена при водолазных погружениях и разработке методов их коррекции.

**Заключение.** Анализ данных литературы и собственные исследования показали, что в условиях действия факторов гипербарии возникают изменения водно-электролитного обмена и функций выделительной системы. У большинства испытуемых эти изменения заключаются в усилении диуреза, гипернатриемии и снижении гидратации тканей. В тех случаях, когда влияние неблагоприятных факторов гипербарии на лиц, имевших низкую устойчивость к ним, приводило к развитию декомпрессионного газообразования, токсическому действию кислорода или гипоксии, часто отмечались гипергидратация тканей и нарастание концентрации в крови калия, а также снижение содержания натрия в моче. У лиц, имевших низкую устойчивость к факторам гипербарии, снижалось и количество выводимой мочи. Это,



на наш взгляд, может указывать на возможность формирования в условиях гипербарии специфического феномена «диуреза давления» у лиц, имевших высокую устойчивость к действию факторов гипербарии. При многообразии указанных изменений механизмы возникновения «диуреза давления» еще недостаточно изучены, что предполагает проведение исследований в указанном направлении. Наибольшую выраженность таких изменений выявляли при возникновении декомпрессионного газообразования, что подчеркивает важность проблемы профилактики ДБ в современных условиях.

В работах последних лет показана необходимость контроля параметров водно-электролитного обмена и функций выделительной системы для профилактики декомпрессионного газообразования и в меньшей степени – токсического действия кислорода [30]. Что касается остальных факторов гипербарии (например, гиперкапнии и гипоксии), то в исследованной литературе есть только косвенные упоминания о необходимости учета параметров водно-электролитного обмена при развитии гипоксической гипоксии, возникающей при подъеме в горы.

Таким образом, исследования водно-электролитного обмена и функций почек водолазов в условиях действия неблагоприятных факторов гипербарии актуальны при определении их закономерностей и механизмов, что позволит разработать систему мер коррекции и профилактики выявленных нарушений. На наш взгляд, изменения в водно-электролитном обмене, происходящие при развитии декомпрессионного газообразования, могут быть взяты за основу формирования модели нарушений, происходящих при действии различных факторов гипербарии, а затем использованы для разработки системы их профилактики.

Мы считаем, что все изменения, происходящие в организме под действием факторов гипербарии, необходимо рассматривать с позиций индивидуальной устойчивости к этим факторам и в первую очередь к ДБ. Это касается не только водно-электролитного обмена и функций почек, но и других функций организма. Поэтому научные изыскания в области гипербарической физиологии и водолазной медицины должны начинаться с определения индивидуальной устойчивости организма к тем факторам, которые будут ведущими при последующих исследованиях. Это в дальнейшем позволит сформировать группы показателей функций организма, которые у испытуемых с разной устойчивостью будут изменяться по-разному, и выявить определенные их сочетания. Впоследствии это может стать основой формирования концепции «гипербарической устойчивости». Эта концепция предполагает выявление совокупности признаков организма, определяющей устойчивость ко многим факторам гипербарии. Развитие данной концепции позволит глубже изучить механизмы гипербаропопоражаемости и проводить косвенную оценку устойчивости организма к факторам гипербарии без воздействия на организм самих факторов.

Что же касается водно-электролитного обмена, то, на наш взгляд, этот вид обмена будет занимать основное место среди механизмов, определяющих гомеостазис в гипербарических условиях, а его роль в концепции «гипербарической устойчивости» будет решающей. Разработка методов диагностики и коррекции водно-электролитного обмена позволит расширить арсенал методик, способствующих повышению устойчивости водолазов к факторам гипербарии.

#### Сведения об авторах:

*Шитов Арсений Юрьевич* – кандидат медицинских наук, заслуженный изобретатель Российской Федерации, старший преподаватель кафедры физиологии подводного плавания, Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова»; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; SPIN: 7390-1240; ORCID: 0000-0002-5716-0932; Researcher ID: O-3730-2017; e-mail: arseniyshitov@mail.ru

*Зверев Дмитрий Павлович* – кандидат медицинских наук, доцент, начальник кафедры физиологии подводного плавания, Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; SPIN: 7570-9568; ORCID: 0000-0003-3333-6769; e-mail: z.d.p@mail.ru

*Мясников Алексей Анатольевич* – доктор медицинских наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации, профессор кафедры физиологии подводного плавания, Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; SPIN: 2590-0429; ORCID: 0000-0002-7427-0885; e-mail: a\_mjasknikov@mail.ru

*Кленков Ильяс Рифатьевич* – кандидат медицинских наук, старший преподаватель кафедры физиологии подводного плавания, Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; SPIN: 9827-8535; ORCID: 0000-0002-1465-1539; e-mail: klen.ir@mail.ru

*Андрусенко Андрей Николаевич* – кандидат медицинских наук; преподаватель кафедры физиологии подводного плавания, Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; научный сотрудник, Научно-исследовательский институт промышленной и морской медицины ФМБА России; 196143, Санкт-Петербург, пр-т Юрия Гагарина, д. 65; SPIN: 6772-4452; ORCID: 0000-0001-7393-6000; e-mail: an.a.an@mail.ru

*Исрафилов Загир Маллараджабович* – преподаватель кафедры физиологии подводного плавания, Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; SPIN: 1619-6621; ORCID: 0000-0002-3524-7412; e-mail: warag05@mail.ru

*Колчанов Сергей Павлович* – адъюнкт, Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6. e-mail: kolchans@yandex.ru

#### Information about the authors:

*Arseniy Yu. Shitov* – Cand. of Sci. (Med.), Honored Inventor of the Russian Federation, Senior lecturer of the Department Physiology of Scuba Diving, Military Medical Academy named after S. M. Kirov; 194044, Saint Petersburg, Academician Lebedev Str., 6; SPIN: 7390-1240; ORCID: 0000-0002-5716-0932; Researcher ID: O-3730-2017; e-mail: arseniyshitov@mail.ru

*Dmitry P. Zverev* – Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor, Colonel of the Medical Service, Head of the Department Physiology of Scuba Diving, Military Medical Academy named after S. M. Kirov; 194044, Saint Petersburg, Academician Lebedev Str., 6; SPIN: 7570-9568; ORCID: 0000-0003-3333-6769; e-mail: zd.p@mail.ru

*Alexey A. Myasnikov* – Dr. of Sci. (Med.), Professor, Honored Worker of the Higher School of the Russian Federation, Professor of the Department Physiology of Scuba Diving, Military Medical Academy named after S. M. Kirov; 194044, Saint Petersburg, Academician Lebedev Str., 6; SPIN: 2590-0429; ORCID: 0000-0002-7427-0885; e-mail: a\_mjasnikov@mail.ru

*Ilyas R. Klenkov* – Cand. of Sci. (Med.), Senior lecturer of the Department Physiology of Scuba Diving of Military Medical Academy named after S. M. Kirov; 194044, Saint Petersburg, Academician Lebedev Str., 6; SPIN: 9827-8535; ORCID: 0000-0002-1465-1539; e-mail: klen.ir@mail.ru

*Andrey N. Andrusenko* – Cand. of Sci. (Med.), Lecturer of the Department Physiology of Scuba Diving, Military Medical Academy named after S. M. Kirov; 194044, Saint Petersburg, Academician Lebedev Str., 6; Research associate Scientific research institute of industrial and marine medicine Federal Medical and Biological Agency of Russia; SPIN: 6772-4452; ORCID: 0000-0001-7393-6000; e-mail: an.a.an@mail.ru

*Zagir M. Israfilov* – Lecturer of the Department Physiology of Scuba Diving, of Military Medical Academy named after S. M. Kirov; 194044, Saint Petersburg, Academician Lebedev Str., 6; SPIN: 1619-6621; ORCID: 0000-0002-3524-7412; e-mail: warag05@mail.ru

*Sergey P. Kolchanov* – Adjunct of the Department Physiology of Scuba Diving, Military Medical Academy named after S. M. Kirov; 194044, Saint Petersburg, Academician Lebedev Str., 6; e-mail: kolchans@yandex.ru

**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 — А. Ю. Шитов, А. А. Мясников, Д. П. Зверев. Вклад в сбор данных — А. Ю. Шитов, А. Н. Андрусенко. Вклад в анализ данных и выводы — С. П. Колчанов, З. М. Исрафилов, И. Р. Кленков. Вклад в подготовку рукописи — А. Ю. Шитов, А. Н. Андрусенко, И. Р. Кленков.

**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:** AYS, AAM, DPZ contribution to the concept and plan of the study. AYS, ANA contribution to data collection. SPK, ZMI, IRK contribution to data analysis and conclusions. AYS, ANA, IRK 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.

**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.

**Финансирование:** исследование проведено без дополнительного финансирования.

**Funding:** the study was carried out without additional funding.

Поступила/Received: 12.04.2023

Принята к печати/Accepted: 15.05.2024

Опубликована/Published: 30.06.2024

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Wekre S. L., Landsverk H. D., Lautridou J., Hjelde A., Imbert J. P., Balestra C., Eftedal I. Hydration status during commercial saturation diving measured by bioimpedance and urine specific gravity // *Front Physiol.* 2022. No 13. pp. 971757. doi: 10.3389/fphys.2022.971757.
2. Kaczerska D., Siermontowski P., Kozakiewicz M., Krefft K., Olszański R. Dehydration of a diver during a hyperbaric chamber exposure with oxygen decompression // *Undersea Hyperb Med.* 2019. Vol. 46, No 2. pp. 185–188.

3. Sengun S., Uslu A., Aydin S. Application of multifrequency bioelectrical impedance analysis method for the detection of dehydration status in professional divers // *Medicina (Kaunas)*. 2012. Vol. 48, No 4. pp. 203–210. doi:10.3390/medicina48040029.
4. Носков В. Б. Коррекция уровня гидратации организма на различных этапах космического полета // *Авиакосмическая и экологическая медицина*. 2003. Т.37, № 2. с. 19–22 [Noskov V. B. Correction of the human body hydration in different periods of space flight // *Aviation and Space and Environmental Medicine*. 2003. Vol. 37, No. 2. pp. 19–22 (In Russ.)].
5. Благинин А. А., Жильцова И. И., Емельянов Ю. А. Вопросы декомпрессионной безопасности лётного состава // *Военно-медицинский журнал*. 2017. Т. 338, № 7. с. 42–45. [Blagin A. A., Zhiltsova I. I., Emelyanov Yu. A. Issues on decompression safety of flight crew // *Military Medical Journal*. 2017. Vol. 338, No 7. p. 42–45 (In Russ.)].
6. Sundal E., Lygre S.H.L., Irgens Å., Troland K., Grønning M. Long-term neurological sequelae after decompression sickness in retired professional divers // *Journal of the Neurological Sciences*. 2022. Vol. 434. p. 120181. doi:10.1016/j.jns.2022.120181.
7. Григорьев А. И., Николаев С. О., Орлов О. И., Семенов В. Ю., Перфильева Т. А. Влияние гипербарии на водно-солевой обмен // *Бюллетень Космическая биология и медицина*. 1985. № 2-3. с. 3–44 [Grigoriev A. I., Nikolaev S. O., Orlov O. I., Semenov V. Yu., Perfilova T. A. The effect of hyperbaria on water-salt metabolism // *Bulletin Space Biology and Medicine*. 1985. No 2-3. pp. 3-44 (In Russ.)].
8. Мясников А. А., Старков А. В., Старовойт А. В. Избранные вопросы водолазной медицины. СПб.: РИЦ ПСПбГМУ, 2019. 59 с. [Myasnikov A. A., Starkov A. V., Starovoit A. V. Selected issues of diving medicine. St. Petersburg: RIC PSPb-SMU, 2019. 59 p. (In Russ.)].
9. Мясников А. А. Устойчивость организма к декомпрессионной болезни и методы её повышения. СПб.: МАПО, 2009. 47 с. [Myasnikov A. A. The body's resistance to decompression sickness and methods of its improvement. St. Petersburg: MAPO, 2009. 47 p. (In Russ.)].
10. Мясников А. А. Профессиональная патология специалистов Военно-морского флота // *Патофизиология: руководство для слушателей и врачей Военно-медицинской академии и Военно-медицинских институтов* / Под ред. В. Ю. Шанина, СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2005. 639 с. [Myasnikov A. A. Professional pathology of Navy specialists // *Pathophysiology: a guide for students and doctors of the Military Medical Academy and Military Medical Institutes* / Edited by V.Yu. Shanin, St. Petersburg: ELBI-SPb, 2005. 639 p. (In Russ.)].
11. Случай тяжелой декомпрессионной болезни у водолаза из-за нарушения режима декомпрессии и водного баланса // *Военно-медицинский журнал*. 2017. Т. 338, № 6. с. 71 [A case of severe decompression sickness in a diver due to a violation of the decompression regime and water balance // *Military Medical Journal*. 2017. Vol. 338, No 6. p. 71 (In Russ.)].
12. Зверев Д. П., Мясников А. А., Шитов А. Ю., Андрусенко А. Н., Чернов В. И., Кленков И. Р. Водно-электролитный обмен и функции выделительной системы у водолазов: новые подходы к определению устойчивости к декомпрессионной болезни // *Воен.-мед. журн.* 2018. Т. 339, № 4. С. 42–48 [Zverev D. P., Myasnikov A. A., Shitov A. Yu., Andrusenko A. N., Chernov V. I., Klenkov I. R. Water-electrolyte metabolism and excretory system functions in divers: new approaches to determination of dysbarism resistance // *Military Medical Journal*. 2018. Vol. 339, No 4. p. 42–48 (In Russ.)].
13. Зверев Д. П., Мясников А. А., Шитов А. Ю., Андрусенко А. Н., Чернов В. И., Исрафилов З. М., Кленков И. Р. Влияние факторов повышенного давления газовой среды на состояние водно-электролитного обмена организма при водолазных спусках // *Военно-медицинский журнал*. 2022. Т. 343, № 9. С. 49–60 [Zverev D. P., Myasnikov A. A., Shitov A. Yu., Andrusenko A. N., Chernov V. I., Israfilov Z. M., Klenkov I. R. Influence of factors of increased pressure of the gaseous medium on the state of water-electrolyte metabolism of the body during diving descents // *Military Medical Journal*. 2022. Vol. 343, No 9. p. 49–60 (In Russ.)]. doi: 10.52424/00269050\_2022\_343\_9\_49
14. Sagawa S., Claybaugh J. R., Shiraki K., Park Y. S., Mohri M., Hong S. K. Characteristics of increased urine flow during a dry saturation dive at 31 ATA // *Undersea Biomed Res.* 1990. № 17. p. 13–22.
15. Dronjak S., Jezova D., Kvetnansky R. Different effects of novel stressors on sympathoadrenal system activation in rats exposed to long-term immobilization // *Ann NY Acad Sci.* 2004. 1018. p. 113–123. doi: 10.1196/annals.1296.013
16. Mrakic-Sposta S., Vezzoli A., D'Alessandro F., Paganini M., Dellanoce C., Cialoni D. Change in oxidative stress biomarkers during 30 days in saturation dive: a pilot study // *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2020. Vol. 17, No 19. pp. E7118. doi: 10.3390/ijerph17197118.
17. Hong S. K., Claybaugh J. R., Flattali V. Hana Kai II: a 17-day dry saturation dive at 18,6 ATA. Body fluid balance // *Undersea Biomed. Res.* 1977. Vol. 4, № 3. P. 247–265.
18. Hong S. K., Claybaugh J. R., Flattali V. Fluid balance during a 24-day dry heliox saturation dive to 18,6 ATA (Hana Kai II) // *Undersea Biomed. Res.* 1976. Vol. 3, № 1. P. 25–26.
19. Neuman T. S., Goad R. F., Hall D. Urinary excretion of water and electrolytes during open-sea saturation diving to 850 fsw // *Undersea Biomed. Res.* 1979. Vol. 6, № 3. P. 291–302.
20. Raymond L. W., Raymond N. S., Frattali V. P. In the weight loss of hiperbaric habitation a disorder of osmoregulation? // *Aviat. Space. Environ. Med.* 1980. Vol. 51, № 4. P. 397–401.
21. Денисенко Д. В., Проскурина Е. Ф., Шаркова К. С. Значение питьевого режима спортсменов, потеря воды и восполнение во время соревнований // *Дневник науки*. 2019. Т. 35, № 11. С. 5 [Denisenko D. V., Proskurina E. F., Sharkova K. S. Value of drinking mode of athletes, loss of water and replenishment during competitions // *Dnevnik nauki*. 2019. Vol. 35, No 11. p. 5 (In Russ.)]
22. Молчанов Д. В. *Почки при гипероксии*. М.: Бином, 2015. 160 с. ISBN 978-5-9518-0640-6 [Molchanov D. V. *Buds during hyperoxia*. Moscow: Binom, 2015. 160 p. (In Russ.)].

23. Hildebrandt W. Diuretic effect of hypoxia, hypocapnia, and hyperpnea in humans: relations to hormones and O<sub>2</sub> hemoglobin sensitivity // *J. Appl. Physiol.* 2000. Vol. 88. P. 599–610.
24. Robach P., Dechaux M., Jarrot S., et al. Operation Everest III: role of plasma volume expansion on O<sub>2</sub>max during prolonged high altitude exposure // *Appl. Physiol.* 2000. Vol. 89. P. 29–37.
25. Мельников В. Н., Донгак А. О., Кривошеков С. Г., Айзман Р. И. Показатели гемодинамики у молодых мужчин при действии водной нагрузки в сочетании с кратковременной гипоксией // *Бюллетень СО РАМН.* 2007. № 3 (125). С. 159–162 [Melnikov V. N., Dongak A. O., Krivoshechekov S. G., Aizman R. I. An influence of water load with and without short-term acute normobaric hypoxia upon peripheral blood flow in young men // *The Bulletin of Siberian Branch of Russian Academy of Medical Sciences.* 2007. No 3 (125). p. 159–162 (In Russ.)].
26. Loeppky J. A., Icenogle M. V., Maes D., et al. Early fluid retention and severe acute mountain sickness // *J. Appl. Physiol.* 2005. Vol. 98. P. 591–597.
27. Konda N., Shiraki K., Takeuchi H., Nakayama H., Hong S. K. Seadragon VI: a 7-day dry saturation dive at 31 ATA. IV. Circadian analysis of body temperature and renal functions. *Undersea Biomed. Res.* 1987. 14(5). 413–423.
28. Matsuda M., Nakayama H., Kurata F. K. Physiology of man during 10-day dry heliox saturation vire (Seatopia) to 7 ATA II. Urinary water, electrolytes, ADH, and aldosterone // *Undersea Biomed. Res.* 1975. Vol. 2, № 2. P. 119–131.
29. Nakayama H., Hong S. K., Claybaugh J. R. Energy and body fluid balance during a 14-day dry saturation dive at 31 ATA (Seadragon IV) // *Undersea Physiology VII. Proc. 7th Symp. on Underwater Physiology* Ed. A. J. Bachrach, Matzen M. M: Undersea Med. Soc., Inc., Bethesda, Maryland. 1981. P. 541–554.
30. Бычков С. А., Зверев Д. П., Кленков И. Р., Ярков А. М., Исрафилов З. М. Биохимический статус у водолазов-глубоководников после воздействия факторов водной среды // *Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях.* 2022. № 4. С. 76–82 [Bychkov S. A., Zverev D. P., Klenkov I. R., Yarkov A. M., Israfilov Z. M. Biochemical effects in deep-sea divers exposed to aquatic environmental factors // *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations.* 2022. № 4. P. 76–82. (In Russ.)]. doi: 10.25016/2541-7487-2022-0-4-76-82
31. Simsek K., Ozler M., Yildirim O. A., Sadir S., Demirbas S., Oztosun M., Korkmaz A., Ay H., Oter S., Yildiz S. Evaluation of the Oxidative Effect of Long-Term Repetitive Hyperbaric Oxygen Exposures on Different Brain Regions of Rats // *The Scientific World Journal.* 2012. Vol. 2012. 849183 doi: 10.1100/2012/849183.32. Алпатов В. Н., Ганапольский В. П., Родичкин П. В., Ганапольская М. В. Математическая модель прогноза безболевого течения декомпрессионной болезни у спортивных дайверов // *Теория и практика физической культуры.* 2020. № 11. С. 32–34. [Alpatov V. N., Ganapolsky V. P., Rodichkin P. V., Ganapolskaya M. V. Mathematical model to predict painless decompression illness in competitive diving // *Theory and Practice of Physical Culture.* 2020. № 11. P. 32–34 (In Russ.)].
32. Наточин Ю. В. Вазопрессин: механизм действия и клиническая физиология // *Проблемы эндокринологии.* 2003. Т. 49, № 2. С.43–49 [Natochin Yu. V. Vasopressin: mechanism of action and clinical physiology // *Problems of Endocrinology.* 2003. Vol. 49, № 2. P. 43–50 (In Russ.)]. doi: 10.14341/probl11534
33. Тюзиков И. А., Калинин С. Ю., Ворслов Л. О., Тишова Ю. А. Вазопрессин: неклассические эффекты и роль в патогенезе ассоциированных с возрастом заболеваний // *Эффективная фармакотерапия.* 2015. № 26. С. 38–50 [Tyuzikov I. A., Kalinchenko S. Yu., Vorslov L. O., Tishova Yu. A. Vasopressin: non-classic effects and role in pathogenesis of age-associated diseases // *Effective pharmacotherapy.* 2015. № 26. P. 38–50 (In Russ.)].
34. Чеснокова Н. П., Понукалина Е. В., Жевак Т. Н., Афанасьева Г. А., Бизенкова М. Н. Роль надпочечников в регуляции водно-солевого гомеостаза в условиях нормы и патологии // *Научное обозрение. Медицинские науки.* 2016. № 1. С. 61–64 [Chesnokova N. P., Ponukalina E. V., Zhevack T. N., Afanasyeva G. A., Bizenkova M. N. The role of the adrenal glands in the regulation of water-salt homeostasis in the conditions of norm and pathology // *Scientific Review. Medical sciences.* 2016. No. 1. P. 61–64 (In Russ.)].
35. Орлов Ю. П., Говорова Н. В., Лукач В. Н., Кондратьев А. И., Какуля Е. Н., Климентьев А. В., Байтугаева Г. А., Глущенко А. В., Цилина С. В., Хиленко И. А. Гипероксия в ОРИТ и что изменилось через 100 лет в тактике использования кислорода в медицине: обзор литературы // *Вестник интенсивной терапии им. А.И. Салтанова.* 2022. № 2. С. 80–94 [Orlov Yu. P., Govorova N. V., Lukach V. N., Kondratyev A. I., Kakulya E. N., Klementyev A. V., Baytugaeva G. A., Tsilina S. V., Glushchenko A. V., Khilenko I. A. Hyperoxia in the ICU and what has changed in 100 years in the tactics of using oxygen in medicine: a review // *Annals of Critical Care.* 2022. № 2. P. 80–94 (In Russ.)]. doi: 10.21320/1818-474X-2022-2-80-94.
36. Надеев А. Д., Гончаров Н. В. Активные формы кислорода в клетках сердечно-сосудистой системы // *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний.* 2014. № 4. С. 80–94 [Nadeev A. D., Goncharov N. V. Reactive oxygen species in the cells of cardiovascular system // *Complex Issues of Cardiovascular Diseases.* 2014. № 4. P. 80–94 (In Russ.)]. doi: 10.17802/2306-1278-2014-4-80-94.
37. Hope A., Brekken R. A subjective evaluation of a drinking system for saturation divers // *Diving Hyperb. Med.* 2010. Vol. 40, № 1. P. 8–10.
38. Gempp E., Blatteau J. E., Pontier J. M., Balestra C., Louge P. Preventive effect of pre-dive hydration on bubble formation in divers // *Br J Sports Med.* 2009. Vol. 43, № 3. P. 224–228. doi: 10.1136/bjism.2007.043240.
39. Tamma R., Sun L., Cuscito C., et al. Regulation of bone remodeling by vasopressin explains the bone loss in hyponatremia // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 2013. Vol. 110, № 46. P. 18644–18649.
40. Зверев Д. П., Мясников А. А., Шитов А. Ю., Чернов В. И., Андрусенко А. Н., Кленков И. Р., Исрафилов З. М. Гормональные механизмы регуляции водно-электролитного обмена у водолазов // *Известия Российской Военно-медицинской академии.* 2021. Т. 40, № S2. С. 51–56 [Zverev D. P., Myasnikov A. A., Shitov A. Yu., Chernov V. I., Andrusenko

- A. N., Klenkov I. R., Israfilov Z. M. Hormonal mechanisms of regulation of water-electrolyte exchange of divers // *Russian Military Medical Academy reports*. 2021. Vol. 40, № S2. P. 80–94 (In Russ.).
42. Wang Q., Guerrero F., Theron M. Pre-hydration strongly reduces decompression sickness occurrence after a simulated dive in the rat // *Diving Hyperb. Med.* 2020. Vol. 50, N 3. P. 288–291. doi: 10.28920/dhm50.3.288–291.
43. Vallee N., Desruelle A. V., Boussuges A., Rives S., Risso J. J., Dugrenot E., Guernec A., Guerrero F., Tardivel C., Martin J. C. Evidence of a hormonal reshuffle in the cecal metabolome fingerprint of a strain of rats resistant to decompression sickness // *Scientific Reports*. 2021. Vol. 11, No 1. pp. 3–17. doi: 10.1038/s41598-021-87952-y.
44. Fahlman A., Dromsky D. M. Dehydration effects on the risk of severe decompression sickness in a swine model // *Aviat. Space Environ. Med.* 2006. Vol. 77, № 2. pp.102–106.
45. Зверев Д. П., Шитов А. Ю., Мясников А. А., Андрусенко А. Н., Чернов В. И., Кленков И. Р., Исрафилов З. М. Феномен «диуреза давления»: механизмы возникновения и физиологическое значение в практике медицинского обеспечения водолазов: проспективное когортное исследование // *Морская медицина*. 2023. Т. 9, № 1. С. 73–86 [Zverev D. P., Shitov A. Yu., Myasnikov A. A., Andrusenko A. N., Chernov V. I., Klenkov I. R., Israfilov Z. M. «Pressure diuresis» phenomenon: mechanisms and physiological significance in diving medical support practice: prospective cohort study // *Marine Medicine*. 2023. Vol. 9, No 1, pp. 73–86 (In Russ.). doi: 10.22328/2413-5747-2023-9-1-73-86.
46. Голубев В. Н., Королев Ю. Н., Мургаева Н. В., Стрельцова К. Г. Адаптивные реакции организма человека на воздействие гипоксии // *Известия Российской военно-медицинской академии*. 2019. Т. 38, № 3. С. 178–182 [Golubev V. N., Korolev Yu. N., Murgaeva N. V., Strel'tsova K. G. Adaptive reactions of the human body to hypoxia // *Russian Military Medical Academy reports*. 2019. Vol. 38, No 3. pp. 178–182 (In Russ.).
47. Семенцов В. Н., Иванов И. В. Функциональные тесты для профессионального отбора водолазов и кессонщиков // *Известия Российской военно-медицинской академии*. 2019. Т. 38, № 3. С. 207–216 [Sementsov V. N., Ivanov I. V. Functional tests for professional screening of divers and caissons // *Russian Military Medical Academy reports*. 2019. Vol. 38, No 3. pp. 207–216 (In Russ.).
48. Медведев Л. Г., Стаценко А. В., Апчел В. Я., Бакланов Д. В., Дмитрук В. И., Лупанов А. И. Механизм нарушений функций мозга при кислородном отравлении и азотном наркозе у водолазов и подводников // *Вестник Российской военно-медицинской академии*. 2012. Т. 38, № 2. С. 74–78 [Medvedev L. G., Statsenko A. V., Apchel V. Ya., Baklanov D. V., Dmitryuk A. I., Lupanov A. I. The mechanism of disorders of the brain in oxygen poisoning and nitrogen narcosis in divers and submariners // *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2012. Vol. 38, No 2. pp. 74–78 (In Russ.).
49. Яхонтов Б. О. Физиологические факторы, лимитирующие глубину водолазных погружений // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2019. № 7. С. 23–30 [Yakhontov B. O. Physiological factors limiting the depth of diving dives // *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2019. No. 7. pp. 23–30 (In Russ.). doi: 10.17513/mjpf.12793.
50. Попова Ю. А., Буравкова Л. Б., Павлов Б. Н. Метаболические и гормональные показатели крови человека при длительном пребывании в барокамере по режиму лечебной рекомпрессии // *Авиакосмическая и экологическая медицина*. 2005. Т. 39, № 5. С. 31–36 [Popova Yu. A., Buravkova L. B., Pavlov B. N. Metabolic and hormonal parameters of humans during long-term hyperbaric exposure (the recompression treatment table) // *Aerospace and environmental medicine*. 2005. Vol. 39, No 5. pp. 31–36 (In Russ.).
51. Deb S. K., Swinton P. A., Dolan E. Nutritional considerations during prolonged exposure to a confined, hyperbaric, hyperoxic environment: recommendations for saturation divers // *Extrem Physiol Med.* 2016. №. 5. P. 1. doi: 10.1186/s13728-015-0042-9
52. Benardot D., Zimmermann W., Cox G. R., Marks S. Nutritional recommendations for divers // *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2014. Vol. 24, № 4. pp. 392–403. doi: 10.1123/ijsnem.2014-0012
53. Lalieu R. C., Akkerman I., Am van Ooij P. J., Boersma-Voogd A. A., A van Hulst R. Nutritional status of patients referred for hyperbaric oxygen treatment; a retrospective and descriptive cross-sectional study // *Diving Hyperb. Med.* 2021. Vol. 51, № 4. pp. 322–327. doi: 10.28920/dhm51.4.322-327

УДК 359.6

<https://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-2-21-32>

## АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МЕДИЦИНСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОЕННО-МОРСКИХ СИЛ НАТО В АРКТИКЕ

<sup>1</sup>С. А. Куприянов\*, <sup>1</sup>О. Г. Черников, <sup>2</sup>Э. М. Мавренков, <sup>1</sup>Ю. А. Емельянов

<sup>1</sup> Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Главное военно-медицинское управление Минобороны России, г. Москва, Россия

**ВВЕДЕНИЕ.** В статье рассмотрены особенности организации, состав и возможности группировки сил и средств медицинского обеспечения, варианты проведения лечебно-эвакуационных мероприятий объединенных военно-морских сил (ОВМС) НАТО в Арктической зоне, на Арктическом театре военных действий.

**ЦЕЛЬ.** Проанализировать типовую структуру сил и средств медицинского обеспечения группировки ОВМС НАТО в Арктической зоне, возможности проведения лечебно-эвакуационных мероприятий при ведении боевых действий.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** Исследованы отечественные и зарубежные источники 2013–2023 гг., характеризующие организацию медицинского ОВМС НАТО в Арктике, в том числе использованы наукометрические базы данных eLIBRARY и PubMed. Поиск проводили по ключевым словам: морская медицина, Арктика, медицинская служба, лечебно-эвакуационные мероприятия, объединенные военно-морские силы НАТО, ВМС США, военные корабли, госпитальные суда, медицинская доктрина НАТО.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** Анализ доступных литературных источников позволил определить вероятный замысел организации медицинского обеспечения ОВМС НАТО, который обусловлен возможностями сил и средств медицинского обеспечения с возрастанием комплекса выполняемых лечебно-эвакуационных мероприятий на каждом уровне оказания медицинской помощи.

**ОБСУЖДЕНИЕ.** Организация медицинского обеспечения ОВМС НАТО при ведении боевых действий в Арктике будет построена по принципу эшелонирования и соответствия уровням оказания медицинской помощи, при этом будет осуществляться взаимодействие медицинских служб коалиционной группировки с системой гражданского здравоохранения Норвегии. Предусматривается, что эскалация медицинской службы корабельной группировки будет за счет групп медицинского усиления и госпитальных судов.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Существующая система медицинского обеспечения ОВМС НАТО способна имеющимся комплектом сил и средств обеспечить вооруженными силами (войсками) решение поставленных задач при проведении совместных морских операций на Арктическом театре военных действий.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** морская медицина, Арктика, медицинская служба, лечебно-эвакуационные мероприятия, лечебно-эвакуационное обеспечение, медицинское обеспечение, военная медицина, объединенные военно-морские силы НАТО

\*Для корреспонденции: Куприянов Сергей Андреевич, e-mail: [ksa-0381@mail.ru](mailto:ksa-0381@mail.ru)

\*For correspondence: Sergey A. Kupriyanov, e-mail: [ksa-0381@mail.ru](mailto:ksa-0381@mail.ru)

**Для цитирования:** Куприянов С. А., Черников О. Г., Мавренков Э. М., Емельянов Ю. А. Анализ организационных возможностей медицинского обеспечения военно-морских сил НАТО в Арктике // *Морская медицина*. 2024. Т. 10, № 2. С. 21–32, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-2-21-32> EDN: <https://elibrary.ru/WNGRWR>

**For citation:** Kupriyanov S. A., Chernikov O. G., Mavrenkov E. M., Emelianov Yu. A. Analysis of organizational capability of NATO naval forces in Arctic // *Marine medicine*. 2024. T. 10, № 2. С. 21–32, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-2-21-32> EDN: <https://elibrary.ru/WNGRWR>

© Авторы, 2024. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Научно-исследовательский институт промышленной и морской медицины федерального медико-биологического агентства». Данная статья распространяется на условиях «открытого доступа» в соответствии с лицензией CC BY-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>

## ANALYSIS OF ORGANIZATIONAL CAPABILITY OF NATO NAVAL FORCES IN ARCTIC

<sup>1</sup>Sergey A. Kupriyanov\*, <sup>1</sup>Oleg G. Chernikov, <sup>2</sup>Eduard M. Mavrenkov, <sup>1</sup>Yurii A. Emelianov

<sup>1</sup>Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia.

<sup>2</sup>Main Military Medical Directorate of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Moscow, Russia

**INTRODUCTION.** The article reviews features of provision, force composition and capabilities, medical support, options for medical evacuation measures of NATO Combined Maritime Forces (CMF) in the Arctic region, in the Arctic theater of operations.

**OBJECTIVE.** To analyze the model force structure and medical support of NATO CMF in the Arctic region, ability to carry out medical evacuation measures in the conduct of hostilities.

**MATERIALS AND METHODS.** There was analysis of Russian and foreign sources for 2013–2023, characterizing the provision of medical support of NATO CMF in the Arctic, including the use of eLIBRARY and PubMed scientometric databases. The search was conducted for the keywords: maritime medicine, Arctic, medical service, medical evacuation measures, NATO Combined Maritime Forces, US Navy, warships, hospital ships, NATO medical doctrine.

**RESULTS.** Analysis of available literature sources allowed to determine a probable plan of the provision of medical support of NATO CMF, which is caused by capabilities of the forces and means of medical support with an increasing complex of medical evacuation measures, performed at every level of medical assistance.

**DISCUSSION.** The provision of medical support of NATO CMF in the conduct of hostilities in the Arctic will be built on the principle of in-depth medical care and compliance with its levels, while there will be interaction of medical services of the coalition group with the Norwegian system of civil healthcare. It is envisaged that escalation of medical service of the naval group will be at the expense of medical service reinforcement teams and hospital; ships.

**CONCLUSION.** The existing system of NATO CMF medical support can pursue the mission of the armed forces (troops) with the present capability package in joint maritime operations in the Arctic theater of military action.

**KEYWORDS:** marine medicine, Arctic, medical service, medical evacuation measures, medical and evacuation support, medical support, military medicine, NATO Combined Maritime Forces

**Введение.** Стратегические перспективы развития Арктики подталкивают ведущие страны мира к установлению контроля над морскими и воздушными коммуникациями региона, что может привести к неизбежному росту конфликтного потенциала и возможности разрешения определенных разногласий путем силового сценария в рамках вооруженного конфликта. Более того, последние десятилетия характеризуются тем, что большинство таких конфликтов возникало в странах, имеющих большие запасы углеводородного сырья, с определенно негативными для них последствиями [1].

Экспертные оценки показывают, что к 2030 г. основные субъекты военно-политических отношений, в первую очередь НАТО и России, будут гарантированно обладать потенциалом, способным разрешать противоречия в Арктике, в том числе и силовым путем. При этом они будут способны к ведению военных действий любого характера, масштаба и интенсивности [2]. Особо стоит отметить, что в рамках Стратегии национальной безопасности США по ко-

личеству упоминаний на первом месте стоит Россия как страна, представляющая угрозу. В связи с изменениями геополитической обстановки США вместе с союзниками по НАТО и в дальнейшем с большим энтузиазмом будут консолидироваться против России в рамках укрепления сотрудничества по вопросам стратегического сдерживания в ответ на развитие инфраструктуры Северного флота в Заполярье. Соответственно, со временем милитаризация Арктики странами блока НАТО будет только усиливаться [3].

Данные обстоятельства отражаются на мероприятиях оперативной и боевой подготовки, проводимой странами Альянса в регионе. В 2022 г. в Арктике под эгидой НАТО и по национальным планам западных государств проведено около 20 мероприятий по отработке вопросов боевого применения межвидовых группировок войск (сил). Наиболее значимое из них «Cold Response 2022», проведенное на территории Норвегии в прилегающих акваториях Норвежского и Баренцева морей, в котором

учувствовало около 50 кораблей и свыше 30 тыс. военнослужащих [4]. Привлечение большого количества боевых кораблей неслучайно, ведь, по мнению военных аналитиков, крупномасштабные боевые действия в условиях материковой части Арктики довольно затруднительны. Основную роль в вооруженном конфликте в регионе будут играть военно-морские силы, в том числе морская пехота и силы специальных операций. В то же время на начальном этапе вооруженного конфликта в рамках «концепции мгновенного глобального удара» будут произведены ракетные массированные удары, для чего средства доставки будут максимально приближены к арктическим границам Российской Федерации, прежде всего, за счет корабельных группировок [5, 6].

Стоит указать, что проводимые учения анализируются военно-медицинскими специалистами стран НАТО с целью оптимизации системы оказания медицинской помощи и выработки механизмов сохранения работоспособности военнослужащих в экстремальных условиях низких температур [7, 8].

В свою очередь, с позиции анализа и обобщения опыта медицинского обеспечения для отечественной военно-морской медицины интересно рассмотрение типовой организации построения группировки сил и средств медицинского обеспечения и вероятного замысла на медицинское обеспечение объединенных военно-морских сил (ОВМС) НАТО в Арктике.

**Цель.** Проанализировать типовую структуру сил и средств медицинского обеспечения группировки ОВМС НАТО в Арктической зоне, возможности проведения лечебно-эвакуационных мероприятий при ведении боевых действий.

**Материалы и методы.** Исследованы отечественные и зарубежные источники 2013–2023 гг., характеризующие организацию медицинского обеспечения ОВМС НАТО в Арктике, в том числе использованы наукометрические базы данных eLIBRARY и PubMed. Поиск проводили по ключевым словам: морская медицина, Арктика, медицинская служба, лечебно-эвакуационные мероприятия, объединенные военно-морские силы НАТО, ВМС США, военные корабли, госпитальные суда, медицинская доктрина НАТО.

**Результаты.** Анализ доступных литературных источников дает возможность определить вероятный замысел организации медицинско-

го обеспечения корабельных сил ОВМС НАТО, который будет обусловлен тем, что:

- медицинское обеспечение на крейсерах, эсминцах и атомных подводных лодках (более 75 % боевых кораблей) будет осуществляться средним медицинским персоналом, который соответствует по уровню подготовки отечественным фельдшерам скорой медицинской помощи и отвечает за выполнение мероприятий по охране здоровья экипажей, санитарное просвещение и обучение, проведение противоэпидемических (профилактических) мероприятий, мероприятий медицинского контроля за условиями жизнедеятельности, оказание экстренной и неотложной медицинской помощи, снабжение медицинской техникой и имуществом;

- практически все корабли оснащены современными лабораториями, телемедицинскими коммуникациями для осуществления консультаций, что расширяет возможности оказания медицинской помощи и лечения на кораблях, не имеющих врачебного состава;

- система оказания медицинской помощи на крейсерах, эсминцах и атомных подводных лодках предусматривает оказание доврачебной помощи, предэвакуационную подготовку и эвакуацию раненых и больных с корабля, не предполагая их длительного лечения;

- на крупных кораблях медицинские блоки по набору помещений и качеству оснащения медицинским имуществом предусматривают возможности оказания специализированной медицинской помощи и стационарного лечения;

- система медицинского усиления позволяет расширить объем оказания специализированной медицинской помощи за счет специалистов военно-медицинских организаций и госпитальных судов, тем самым приблизив ее непосредственно к театру военных действий;

- базовыми кораблями для оказания специализированной медицинской помощи в операциях (боевых действиях) на море будут авианосцы, десантные корабли и, возможно, госпитальные суда при включении их в состав корабельных группировок, что позволит при наличии групп усиления оказывать специализированную медицинскую помощь;

- стратегическая санитарно-авиационная эвакуация раненых и больных в военно-медицинские организации Центров, расположенных в континентальной части США и Европе за пределами Арктического театра военных



действий, позволит осуществлять дальнейшее специализированное лечение и реабилитацию военнослужащих.

**Обсуждение.** Планирование и организация медицинского обеспечения группировки ОВМС НАТО будет осуществляться в соответствии с принятой для стран Альянса в 2019 г. Доктриной АЖП-4.10 «Медицинское обеспечение» (Доктрина)<sup>1</sup>. На этапе подготовки осуществляется оценка возможностей сил и средств медицинского обеспечения в национальных воинских формированиях, производятся расчеты необходимого комплекта сил и средств для решения задач при подготовке и в ходе ведения операций (боевых действий), определяется порядок взаимодействия между различными ведомствами [9].

В соответствии с Доктриной, медицинское снабжение совместных морских операций является сложным видом обеспечения вследствие постоянных перемещений корабельных сил, непростых климатических и гидрометеорологических условий, которые могут затруднить или задержать проведение лечебно-эвакуационных мероприятий, вследствие чего медицинские службы кораблей должны быть готовы к оказанию медицинской помощи при невозможности эвакуации раненых и больных. Значительные расстояния или временная недоступность лечебных учреждений, необходимого уровня оказания медицинской помощи могут привести к увеличению сроков лечения пациентов на борту корабля с ограниченными медицинскими возможностями. В связи с чем более высокий уровень оказания медицинской помощи потребует перехода в зону действия кораблей с квалифицированным медицинским персоналом и оборудованием на борту для передачи раненых и больных. Следовательно, к личному составу медицинских служб кораблей предъявляются требования обеспечения высокой теоретической и практической подготовки в области профилактической медицины, профессиональной гигиены, водолазной подготовки, авиационной медицины и др. для автономной работы в условиях удаленности от береговых лечебных организаций.

Особое внимание в Доктрине уделено организации медицинской эвакуации – процессу перемещения в лечебные учреждения любого

раненого или больного под постоянным медицинским наблюдением и уходом. Эвакуация является неотъемлемой частью непрерывного процесса оказания медицинской помощи, она проводится во время боевых действий назначенными силами и средствами, способными ее осуществлять в соответствии с медицинскими стандартами или на более высоком уровне.

Таким образом, медицинское обеспечение сил (войск) ОВМС НАТО преследует такие цели, как сохранение боеспособности личного состава, оказание медицинской помощи раненым и больным и быстрое возвращение их в строй. Ответственность за это возложена на национальные медицинские службы. Также предполагается тесное взаимодействие военно-медицинских служб между собой и с гражданскими органами здравоохранения на заданных театрах военных действий.

Моделирование организационного построения сил и средств медицинского обеспечения коалиционной группировки ОВМС НАТО в Арктике осуществляется на основе анализа регулярно проводимых с 2018 г. учений, которые дают возможность развертывания в течение 30 сут. объединенной группировки военно-морских сил, в которую могут войти [10]:

- 2 авианосные ударные группы (АУГ) (1 американская и 1 британская) с кораблями охранения: крейсер управляемого ракетного оружия (УРО) типа «Тикондерога», 3 эсминца УРО типа «О. Бёрк», 4 фрегата УРО и другие корабли) в Норвежском море (рис. 1);

- до 6 атомных многоцелевых подводных лодок в Норвежском и Баренцевом морях;

- ВМС Норвегии в составе 2 дизель-электрических подводных лодок типа «Ула», 3 фрегатов УРО типа «Фритьоф Нансен», 4 корветов (ракетных патрульных катеров) типа «Скьолд» в прибрежной части Норвежского моря;

- оперативное соединение военно-морских сил Дании в районе о. Гренландия и Фарерских островов;

- противолодочные силы (2-3 корабельные поисково-ударные группы Великобритании, Нидерландов, Франции, Испании и Канады в районе Фареро-Исландского рубежа и Северо-Восточной Атлантики).

В совокупности на 50-60-е сутки на Арктическом театре военных действий в акваториях Норвежского и Баренцева морей можно ожидать развертывание группировки ОВМС НАТО

<sup>1</sup>Allied joint doctrine for medical support / Allied joint Publication. NATO standardization office (NSO). 2019. 124 p



**Рис. 1.** Авианосная ударная группа ОВМС НАТО  
**Fig. 1.** Aircraft carrier strike group of the NATO Navy

общей численностью до 90 боевых кораблей и судов, в том числе 20 подводных лодок (из них около 14 атомных многоцелевых), 2–3 авианосца, около 40 надводных кораблей (класса крейсер, эсминец и фрегат), 13 десантных кораблей (для проведения морской десантной операции).

При этом основным ядром группировки ОВМС НАТО в Арктике будут корабли ВМС США, а организация медицинского обеспечения корабельных сил других государств Альянса будет иметь схожее с ними организационное построение и соответствующий комплект сил и средств медицинского обеспечения.

Непосредственно медицинское обеспечение боевых надводных кораблей группировки ОВМС НАТО в современных условиях осуществляется специалистами медицинской службы в зависимости от класса и ранга корабля (табл. 1)<sup>2</sup> [11].

На основных ударных силах – крейсерах и эсминцах – медицинская служба не имеет штатного врачебного состава, а также штатных коек лазарета и изолятора. Организацией медицинского обеспечения, выполняя обязанности начальника медицинской службы корабля, занимаются госпитальные санитары. В случае необходимости оказания медицинской помощи более высокого уровня проводится предэваку-

ционная подготовка и эвакуация пациентов на корабли, медицинская служба которых способна оказать соответствующий вид медицинской помощи, либо в береговые лечебные учреждения [12].

Штатный врачебный состав размещается на крупных надводных кораблях (авианосцы, десантные корабли), где медицинский блок представлен довольно широким набором помещений медицинского назначения. Для оказания специализированной медицинской помощи все корабли оснащены современным лабораторно-диагностическим оборудованием, средствами санитарной эвакуации и телемедицинскими комплексами. Возможно использование видеоконсультаций главных медицинских специалистов по вопросам лечения больных, описания рентгеновских снимков, расшифровки результатов ЭКГ-исследований, интерпретации результатов анализов посредством передачи электронных файлов по каналам спутниковой связи [12].

Медицинское обеспечение атомных подводных лодок, так же как и основных классов надводных кораблей, осуществляют госпитальные санитары, допущенные к самостоятельной деятельности без контроля со стороны офицеров врачебного корпуса. Эти специалисты по уровню подготовки примерно соответствуют фельдшеру скорой помощи в отечественной классификации. Наряду с этим они обладают хирургическими навыками и даже способны в экстренных

<sup>2</sup>Fleet Medicine Pocket Reference / Surface Warfare Medicine Institute San Diego, C.A., 2016. 120 p.

Таблица 1

## Силы и средства медицинской службы основных типов боевых надводных кораблей ВМС США

Table 1

## Forces and means of the medical service of the main types of combat surface ships of the US Navy

Характеристика медицинской службы	Тип кораблей							
	АВМА	УДК <sup>1</sup>	ШДК	ДТД	ДВКД	ПБПЛ	Кр	ЭМ
Количество								
Операционные	1	1/-/4	1	-	2	1	-	-
Койки реанимации	3	3/-/15	-	-	-	-	-	-
Койки лазарета	52	12/-/45	20	8	2	12	-	-
Койки изолятора	-	-	4	2	-	-	-	-
Лаборатория	+	+	+	+	+	+	+	+
Рентген-кабинет	+	+	+	+	+	+	-	-
Аптека	+	+	-	-	-	+	-	-
Численность								
Врачи	6 <sup>2</sup>	2/3/11	1	1	1	2	-	-
Стоматологи	5	1/-/1	-	1	1	-	-	-
Медсестры	2	-/3/22	-	-	-	-	-	-
Специалисты медицинской службы	5	1/1/1	-	-	-	1 <sup>3</sup>	-	-
Госпитальные санитары	47	19/9/49	12	9	12	2	3	2

*Примечание:* АВМА – атомный многоцелевой авианосец типа «Нимиц»; УДК – универсальный десантный корабль типа «Уосп»; ШДК – штабной десантный корабль типа «Блю Ридж»; ДТД – десантный транспорт-док типа «Уитби-Айленд»; ДВКД – десантно-вертолетный корабль-док типа «Сан-Антонио»; ПБПЛ – плавучая база подводных лодок; Кр – крейсер УРО типа «Тикондерога»; ЭМ – эскадренный миноносец УРО типа «Орли Бёрк». Обозначение надстрочных знаков: 1 – дробью указана численность штатной медицинской службы корабля; 2 – личного состава флотских хирургических групп; медицинских групп усиления, с учетом врачей-специалистов, включаемых в состав медицинской службы на время выполнения учебно-боевых задач в составе авианосной ударной группы; 3 – специалисты в области радиобиологии.

*Note:* CVN – Nimitz class aircraft carrier; LHD – Wasp class landing helicopter dock; LCC – Blue Ridge class command ship; LSD – Whidbey Island class dock landing ship; LPD – San Antonio class amphibious transport dock; AS – floating base of underwater vessels; CG – Ticonderoga class cruiser; DDG – Arleigh Burke class destroyer. Indication of superscript characters: 1 – the number of personnel in the ship's medical service is indicated through a fraction; personnel of naval surgical groups; medical strengthening groups; 2 – taking into account medical specialists included in the medical service for the duration of combat training missions as part of an aircraft carrier strike group; 3 – specialist in the field of radiobiology.

случаях выполнить аппендэктомия под местной анестезией, развернув операционную в кают-компани [13].

Усиление штатных госпитальных санитаров подводных лодок специалистами врачебного корпуса, как правило, не осуществляется, но возможно лишь в исключительных случаях, в основном при выполнении задач спецподразделениями военно-морских сил.

Современная практика медицинского обеспечения корабельных сил показала необходимость приближения квалифицированной

(специализированной) медицинской помощи к группировкам в дальней морской (океанской) зоне, прежде всего, хирургической помощи. В связи с этим корабельные группировки ОВМС НАТО в Арктике могут быть усилены как флотскими хирургическими группами (fleet surgical teams, FST) (табл. 2), так и врачами-специалистами военно-медицинских организаций. По составу такая группа схожа с отечественной корабельной группой специализированной медицинской помощи (КГСМП) [14].

Таблица 2

## Состав флотской хирургической группы

Table 2

## Composition of the fleet surgical team

Должность	Воинское звание	Код специальности
<b>Офицерский состав</b>		
Старший хирург экспедиционной группы	майор	21XX
Врач общей практики / трансфузиолог	Нет данных	21XX
Общий хирург	Нет данных	21XX
Анестезиолог	Нет данных	21XX или 29XX
Медсестра-анестезист	Нет данных	29XX
Операционная медсестра	Нет данных	29XX
Врач-администратор	Нет данных	29XX
<b>Рядовые</b>		
Старший группы санитаров	Шеф-санитар	8404
Дежурный санитар (4 должности)	Нет данных	8404
Техник операционной (2 должности)	Нет данных	8483
Лаборант	Нет данных	8506
Техник ингаляционной аппаратуры	Нет данных	8541

По мнению медицинского командования ВМС США и данным оперативно-тактических расчетов, в военное время наличие 9 флотских хирургических групп не позволит в полном объеме оказывать медицинскую помощь группировкам сил (войск). Поэтому медицинской службой предусмотрено формирование дополнительных групп медицинского усиления (М+1) для поддержки, как правило, медицинской службы корпуса морской пехоты в десантных операциях. Данные группы медицинского усиления входят в состав экспедиционных формирований и развертываются на таких крупнотоннажных десантных кораблях, где есть возможности проведения оперативных вмешательств и стационарного лечения больных. Предусмотрено формирование 11 групп медицинского усиления силами и средствами военно-медицинских организаций, одновременно с этим каждая группа включает в себя нескольких бригад (табл. 3). Соответственно, группировка кораблей ОВМС НАТО в Арктике также может быть усилена одной или несколькими такими группами в зависимости от характера планируемых действий и состава группировки.

Не исключено усиление группировки медицинского обеспечения корабельных сил в море

госпитальными судами «Мерси» (рис. 2) и «Комфорт» с квалифицированным медицинским персоналом на борту (табл. 4). Они рассчитаны на прием и одновременное оказание специализированной медицинской помощи 1000 раненым и больным каждое. Личный состав и оборудование обеспечивают возможности для проведения реанимации и хирургических вмешательств. В мирное время эти госпитальные суда используются в гуманитарных миссиях [15, 16].

Несмотря на это, военно-морские медицинские специалисты ВМС США (М. Baker и соавт.) считают, что эти госпитальные суда морально устарели, не соответствуют вызовам XXI в. и подлежат «выходу на пенсию» [17]. Командование планирует в перспективе заменить их на более быстроходные и маневренные. В ближайшие 5–7 лет планируется строительство 3 экспедиционных медицинских судов (Expeditionary Medical Ship, EMS). Согласно предоставленным характеристикам, EMS будут иметь три операционных и 60 медицинских коек, разделенных на палаты неотложной помощи и интенсивной терапии, инфекционные изоляторы. Судно будет оснащено 11-метровыми надувными лодками для перевозки пациентов, поиска и спасения людей на море, а также вертолетной площадкой для осуществле-

Таблица 3

**Типовой состав группы медицинского усиления экспедиционного формирования**

Table 3

**Typical composition of the medical reinforcement group of the expeditionary formation**

Наименование бригады	Состав бригады	Число специалистов
МС-11	Терапевт	2
	Психиатр	1
	Анестезиолог	3
	Общий хирург	3
	Травматолог (ортопед)	2
DC-1	Челюстно-лицевой хирург	1
MSC-1	Врач-администратор	1
NC-22	Старшая медсестра	1
	Медсестра-анестезист	2
	Операционная медсестра	5
	Медсестра интенсивной терапии	6
	Медсестра экспедиционной реанимации	2
	Хирургическая медсестра	6
HM-48	Дежурный санитар	24
	Медицинский техник	10
	Старший санитар	2
	Рентгенотехник	2
	Лаборант	1
	Техник по работе с биоматериалами	1
	Фармацевт	1
	Санитар психиатрического отделения	2
	Зубной техник	2
Техник ингаляционной аппаратуры	3	



**Рис. 2.** Госпитальное судно «Мерси»

**Fig. 2.** Hospital ship «Mercy»



## Тактико-технические характеристики госпитального судна «Мерси»

## Tactical and technical characteristics of the hospital ship «Mercy»

Наименование	Характеристика
Водоизмещение, т	69360
Длина, м	259
Скорость, узлы	17,5
Оборудование и оснащение	Компьютерный томограф, клиническая лаборатория, рентген-кабинет, аптека, банк крови
Количество операционных блоков	12
Численность (абс.):	
Членов экипажа	258
Врачебного состава	66
Сестринского персонала	169
Специалистов медицинской службы	20
Стоматологического персонала	4
Госпитальных санитаров и рядовых	698



**Рис. 3.** Экспедиционное медицинское судно (EMS). Проектный облик в версии 2023 г. Графика Austal USA.  
**Fig. 3.** Expeditionary medical vessel (EMS). The design appearance in the 2023 version. Austal USA graphics.

ния санитарно-авиационной эвакуации<sup>3</sup> (рис. 3).

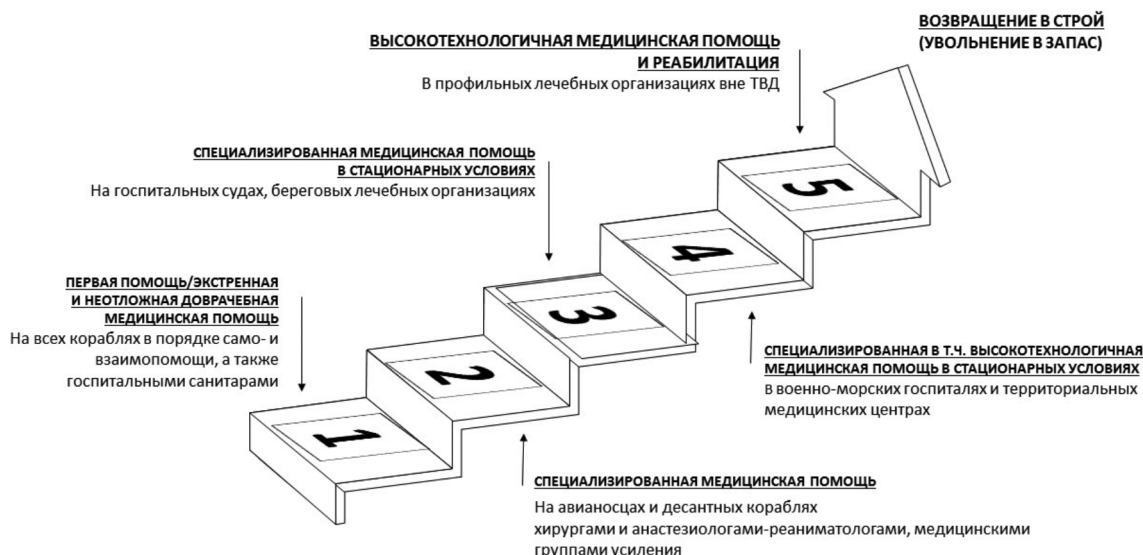
При необходимости дальнейшего лечения и оказания специализированной помощи более высокого уровня медицинской доктриной союзников предусмотрена тактическая медицинская эвакуация в пределах района боевых действий (корабль–корабль, корабль–берег) [18]. Для этого может быть использовано наиболее короткое плечо эвакуации на госпитальные суда и десантные корабли, в норвежские боль-

ницы, а также в подземный военно-морской госпиталь (на 150 коек), размещенный в пещерах северной части Норвегии<sup>4</sup>.

В случае необходимости покидания личным составом кораблей при их значительных повреждениях или гибели будут задействованы корабельные поисково-спасательные отряды во взаимодействии со службами береговой охраны, поисково-спасательных работ (SAR) и вертолетной службой неотложной медицинской помощи

<sup>3</sup><https://www.popularmechanics.com/military/navy-ships/a46237563/us-navy-new-bethesda-hospital-ships/> (дата обращения 20.03.2024 г.)

<sup>4</sup><https://www.popularmechanics.com/military/a38081091/us-navy-hospital-norwegian-cave/> (дата обращения 20.03.2024 г.)



**Рис. 4.** Система организации лечебно-эвакуационных мероприятий ОВМС НАТО на морском театре военных действий

**Fig. 4.** The system of organization of medical evacuation measures of the NATO Naval Forces in the naval theater of operations

(HEMS) Норвегии, которые накопили большой опыт в данной области. Перечисленные службы могут привлекаться к медицинскому обеспечению арктических группировок ОВМС НАТО в рамках межведомственного взаимодействия для проведения спасательных операций.

В целом, анализ организации медицинского обеспечения группировки ОВМС НАТО при ведении операций (боевых действий) в Арктике можно представить в виде системы с эшелонированием и последующим возрастанием комплекса выполняемых лечебно-эвакуационных мероприятий на каждом уровне оказания медицинской помощи<sup>5</sup> (рис. 4) [19].

Уровень 1: первая помощь / экстренная и неотложная доврачебная медицинская помощь. Оказание первой помощи осуществляется на уровне подразделения и включает само- и взаимопомощь, осмотр и экстренные меры по спасению жизни, такие как поддержание проходимости дыхательных путей и остановка кровотечения. Экстренная и неотложная доврачебная медицинская помощь может быть оказана госпитальными санитарями на кораблях и в подразделениях морской пехоты.

Уровень 2: специализированная медицинская помощь. Осуществляется врачебным персоналом при поддержке соответствующего среднего медицинского и технического персонала. Как минимум, этот уровень медицинской помощи составляет базовые реанимационные мероприятия и может включать хирургическое пособие, лабораторную диагностику, рентгенодиагностику, размещение раненых и больных в палатах временного содержания. Задача этого уровня – стабилизация жизненных показателей и подготовка к эвакуации. Данную медицинскую помощь обеспечивают хирурги и анестезиологи на авианосцах, десантных кораблях и других кораблях при наличии групп медицинского усиления.

Уровень 3: специализированная медицинская помощь в стационарных условиях. На этом уровне оказывается специализированная медицинская помощь на госпитальных судах и в береговых лечебных организациях. Это наивысший уровень оказания медицинской помощи непосредственно в районе театра военных действий, предполагающий стационарное лечение.

Уровень 4: специализированная, в том числе высокотехнологичная медицинская помощь в стационарных условиях. Осуществляется в военно-морских госпиталях и территориальных медицинских центрах. Предполагает лечение пациентов и возвращение их в строй в рамках театра военных действий.

<sup>5</sup>Адаптацию англоязычных понятий лечебно-эвакуационных мероприятий привели в соответствие с положениями Федерального закона «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» от 21.11.2011 г. № 323-ФЗ

Уровень 5: высокотехнологичная медицинская помощь и реабилитация. Данный вид медицинской помощи оказывается в профильных военно-медицинских организациях вне театра военных действий и предполагает проведение стратегической санитарно-авиационной эвакуации для нуждающихся в длительном лечении и реабилитации пациентов (см. рис. 4).

**Заключение.** Таким образом, согласно взглядам военно-медицинского руководства ОВМС

НАТО, существующая система медицинского обеспечения способна в полной мере поддерживать решение силами (войсками) ОВМС НАТО задач по предназначению в любых условиях обстановки, осуществляя своевременное, достаточное и качественное оказание медицинской помощи, эвакуацию раненых и больных, а также быстрое возвращение их в строй, особенно при проведении совместных морских операций на Арктическом театре военных действий.

#### Сведения об авторах:

*Куприянов Сергей Андреевич* – кандидат медицинских наук, старший преподаватель кафедры организации и тактики медицинской службы флота (с курсом тактики и боевых средств флота), Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; ORCID: 0009-0006-5750-480X; SPIN: 1768-2257; e-mail: ksa-0381@mail.ru

*Черников Олег Григорьевич* – кандидат медицинских наук, доцент, начальник кафедры организации и тактики медицинской службы флота (с курсом тактики и боевых средств флота), Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; ORCID: 0000-0002-6871-7767; SPIN: 3375-9010; e-mail: ksa-0381@mail.ru

*Мавренков Эдуард Михайлович* – доктор медицинских наук, начальник Военно-научного комитета, Главного военно-медицинского управления Министерства обороны Российской Федерации; 119160, Москва, ул. Знаменка, д. 19; ORCID: 0000-0001-8040-3720; SPIN: 8574-8891; e-mail: ehd-mavrenkov@ya.ru

*Емельянов Юрий Александрович* – кандидат медицинских наук, научный сотрудник, Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова Министерства обороны Российской Федерации; 194044, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; ORCID: 0000-0003-4803-3517; SPIN: 6874-5924; e-mail: Emelayunov82@gmail.com

#### Information about the authors:

*Sergey A. Kupriyanov* – Cand. of Sci. (Med.), Senior lecturer of the Department of Organization and Tactics of the Medical Service of the Fleet (with a course in tactics and combat means of the Fleet) Military Medical Academy named after S. M. Kirov; 194044, Saint Petersburg, Academician Lebedev str., 6; ORCID: 0009-0006-5750-480X; SPIN: 1768-2257; e-mail: ksa-0381@mail.ru

*Oleg G. Chernikov* – Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Department of Organization and Tactics of the Fleet Medical Service (with the course of tactics and combat means of the Fleet) Military Medical Academy named after S. M. Kirov; 194044, Saint Petersburg, Academician Lebedev str., 6; ORCID: 0000-0002-6871-7767; SPIN: 3375-9010; e-mail: ksa-0381@mail.ru

*Eduard M. Mavrenkov* – Dr. of Sci. (Med.), Head of the Military Scientific Committee (Main Military Medical Directorate of the Ministry of Defense of the Russian Federation); 19 Znamenka Str., Moscow, 119160; ORCID: 0000-0001-8040-3720; SPIN: 8574-8891; e-mail: ehd-mavrenkov@ya.ru

*Yurii A. Emelianov* – Cand. of Sci. (Med.), Researcher, at the Federal State Budgetary Military Educational Institution of Higher Education Military Medical Academy named after S. M. Kirov; 194044, Saint Petersburg, Akademik Lebedev str., 6; ORCID: 0000-0003-4803-3517; SPIN: 6874-5924; e-mail: Emelayunov82@gmail.com

**Вклад авторов.** Все авторы в равной степени участвовали в разработке концепции статьи, анализе данных литературы, написании и редактировании текста статьи, проверке и утверждении текста статьи.

**Author contribution.** All authors equally participated in the development of the concept of the article, the analysis of literature data, writing and editing the text of the article, checking and approving the text of the article.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

**Финансирование:** исследование проведено без дополнительного финансирования.

**Funding:** the study was carried out without additional funding.

Поступила/Received: 27.03.2024

Принята к печати/Accepted: 15.05.2024

Опубликована/Published: 30.06.2024

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Морозов А. В., Зубарев А. А., Хряпов А. Д. Современные вызовы военной безопасности Российской Федерации в Арктике // *Военная мысль*. 2022. № 12. с. 6–11 [Morozov A. V., Zubarev A. A., Khryapov A. D. Modern challenges to the military security of the Russian Federation in the Arctic. *Military thought*, 2022, № 12, pp. 6–11 (In Russ.)].
2. Хомкин А. А. Возможные военные угрозы в Арктике в среднесрочной перспективе // *Военная мысль*. 2020. № 5. с. 112–120 [Khomkin A. A. Possible military threats in the Arctic in the medium term. *Military thought*, 2020, № 5, pp. 112–120 (In Russ.)].
3. Корниленко А. В. Военно-политические аспекты арктической стратегии США на современном этапе // *Морской сборник*. 2022. Т. 2103, № 6. с. 43–47 [Kornilenko A. V. Military-political aspects of the US Arctic strategy at the present stage. *Marine Collection*, 2022, Vol. 2103, № 6, pp. 43–47 (In Russ.)].



4. Белобров Ю. Я. НАТО – курс на дестабилизацию Арктики // *Международная жизнь*. 2022. № 10. с. 70–83 [Belobrov Yu. Ya. NATO – a course to destabilize the Arctic. *International life*, 2022, № 10, pp. 70–83 (In Russ.)].
5. Семенов А. Г., Криницкий Ю. В., Чеховский В. Г. Вооруженная борьба на воздушно-космическом театре военных действий // *Военная мысль*. 2023. № 1. С. 19–27 [Semenov A. G., Krinitskiy Yu. V., Chekhovskiy V. G. Armed struggle in the aerospace theater of military operations. *Military thought*, 2023, № 1, pp. 19–27 (In Russ.)].
6. Круглов В. В., Лопатин М. А. О стратегическом значении Северного морского пути // *Военная мысль*. 2020. № 9. С. 92–102 [Kruglov V. V., Lopatin M. A. On the strategic importance of the Northern Sea Route. *Military thought*, 2020, № 9, pp. 92–102 (In Russ.)].
7. Mekjavic I. B., Norheim, A. J., Friedl K. E. Human performance and medical treatment during cold weather operations – synthesis of a symposium. *International journal of circumpolar health*, 2023, Vol. 82, № 1, pp. 2246666. <https://doi.org/10.1080/22423982.2023.2246666>
8. Sullivan-Kwantes W., Haman F., Kingma B. R. M., Martini S., Gautier-Wong E., Chen K. Y., Friedl K. E. Human performance research for military operations in extreme cold environments. *Journal of science and medicine in sport*, 2021, Vol. 24, № 10, pp. 954–962. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.11.010>
9. Вильданов К., Прокопьев К., Новикова И. Основные положения доктрины ОВС НАТО «Медицинское обеспечение» // *Зарубежное военное обозрение*. 2020. № 12. с. 22–29 [Vildanov K., Prokopyev K., Novikova I. The main provisions of the doctrine of the NATO OVS «Medical support». *Foreign military Review*, 2020, № 12, pp. 22–29 (In Russ.)].
10. Михашенок Н., Пучнин В. Военно-морские силы НАТО в Арктике // *Зарубежное военное обозрение*. 2023. № 2. с. 68–72 [Mikhashenok N., Puchnin V. NATO naval forces in the Arctic. *Foreign Military Review*, 2023, № 2, pp. 68–72 (In Russ.)].
11. Черников О. Г., Куприянов С. А. Медицинское обеспечение личного состава надводных кораблей Военно-морских сил США в современных // *Известия Российской военно-медицинской академии*. 2018. Т. 37, № 4. с. 33–39 [Chernikov O. G. Kupriyanov S. A. Medical support of personnel of surface ships of the US Navy in modern. *Proceedings of the Russian Military Medical Academy*, 2018, Vol. 37, № 4, pp. 33–39 (In Russ.)].
12. Rozycki S. W., Marvin K. M., Landers J. T., Davis K. L., Ambrosio A. A. Telemedicine Proof of Concept and Cost Savings During Underway Naval Operations. *Telemedicine journal and e-health. Journal of the American Telemedicine Association*, 2021, Vol. 27, № 5, pp. 503–507. <https://doi.org/10.1089/tmj.2020.0181>
13. Beardslee L. A., Casper E. T., Lawson B. D. Submarine medicine: An overview of the unique challenges, medical concerns, and gaps. *Undersea & hyperbaric medicine. Journal of the Undersea and Hyperbaric Medical Society*, 2021, Vol. 48, № 3, pp. 263–278.
14. Мосягин И. Г., Попов В. А., Плескач В. В. Корабельные группы специализированной медицинской помощи: история создания, возможности и перспективы совершенствования // *Экология человека*. 2015. № 4. с. 22–31 [Mosyagin I. G., Popov V. A., Pleskach V. V. Ship groups of specialized medical care: the history of creation, opportunities and prospects for improvement. *Human ecology*, 2015, № 4, pp. 22–31 (In Russ.)].
15. Licina D. Hospital ships adrift? Part 1: a systematic literature review characterizing US Navy hospital ship humanitarian and disaster response, 2004–2012. *Prehospital and disaster medicine*, 2013, Vol. 28, №3, pp. 230–238. <https://doi.org/10.1017/S1049023X13000149>
16. Worlton T. J., Shwayhat A. F., Baird M., Fick D., Gadbois K. D., Jensen S., Tadlock M. D., US Navy Ship-Based Disaster Response: Lessons Learned. *Current trauma reports*, 2022, Vol. 8, № 3, pp. 138–146. <https://doi.org/10.1007/s40719-022-00227-3>
17. Baker M. S., Baker J. B., Burkle F. M. The Hospital Ship as a Strategic Asset in 21st Century Foreign Policy and Global Health Crises. *Military medicine*, 2022, Vol. 187, № 9–10, pp. 1176–1181. <https://doi.org/10.1093/milmed/usac061>
18. Голота А. С., Крассий А. Б., Моровикова Т. В., Солдатов Е. А. Медицинская служба вооруженных сил Норвегии // *Военно-медицинский журнал*. 2014. Т. 335, № 9. с. 68–73 [Golota A. S., Krassiy A. B., Borovikova T. V., Soldatov E. A. Medical Service of the Norwegian Armed Forces. *Military Medical Journal*, 2014, Vol. 335, № 9, pp. 68–73 (In Russ.)].
19. Butler F. K., Burkholder T. Jr., Chernenko M., Chimiak J., Chung J., Cubano M., Gurney J. M., Hall A. B., Holcomb J. B., Kotora J., Lenart M., Long A., Papalski W., Rich T. A., Tripp M., Shackelford S. A., Tadlock M. D., Timby J. W., Drew B. Tactical Combat Casualty Care Maritime Scenario: Shipboard Missile Strike. *Journal of special operations medicine: a peer reviewed journal for SOF medical professionals*, 2022, Vol. 22, № 2, pp. 9–28. <https://doi.org/10.55460/ZT9J-EI8Z>

УДК 575.117.2

doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-2-33-44>

## БИОИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОИСК ГЕНЕТИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ СИСТЕМНОГО ПРОЯВЛЕНИЯ СКЛОННОСТИ ЧЕЛОВЕКА К АГРЕССИВНОМУ, СУИЦИДАЛЬНОМУ И АДДИКТИВНОМУ ПОВЕДЕНИЮ

Ю. А. Шатыр, А. Б. Мулик\*, А. Е. Трандина, А. С. Бунтовская, Р. И. Глушаков  
Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

**ВВЕДЕНИЕ.** Склонность человека к девиантному поведению в значительной степени является генетически обусловленной и сохраняется на протяжении всей его жизни. Агрессивное, суицидальное и аддиктивное поведение формирует базис социальной и криминальной напряженности общества, что обосновывает необходимость дальнейшего изучения их генетической этиологии.

**ЦЕЛЬ.** Провести виртуальный скрининг наиболее вероятных генов и их полиморфизмов, оказывающих системное влияние на формирование агрессивности, суицидальности и склонности человека к химическим аддикциям.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** Используются открытые базы NCBI, PubMed Central (National Institutes of Health's National Library of Medicine, США), PDB (Program database), KEGG (Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes), dbSNP (National Center for Biotechnology Information, США), eLIBRARY. Были применены следующие поисковые запросы: генетика агрессивного поведения; генетика суицидального поведения; генетика аддиктивного поведения; генетические основы рискованного поведения. Проанализировано 834 публикации. Выполнен виртуальный скрининг генов и их полиморфизмов, связанных с фенотипическими признаками агрессивного, суицидального и аддиктивного поведения.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** Биоинформационный анализ выявил ряд полиморфизмов, системно связанных с предрасположенностью человека к формированию агрессивного, суицидального и аддиктивного поведения: rs1800497 (DRD2), rs6280 (DRD3), rs1851048 (CACNAD3-1), rs 6777055 (CACNA2D3-2), rs4680 (COMT), rs2562456 (ZNF-LD).

**ОБСУЖДЕНИЕ.** По результатам анализа потенциальной роли выделенных однонуклеотидных полиморфизмов в формировании фенотипических предпосылок системной склонности человека к агрессивному, суицидальному и аддиктивному поведению были охарактеризованы генотипы исследуемых SNP по наличию и направленности их влияния на исследуемые векторы девиантного поведения.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Систематизированы характеристики генов, полиморфизмов и соответствующих генотипов, ассоциированных с фенотипическими и поведенческими рисками агрессивного, суицидального и аддиктивного поведения. Разработана справочная таблица, предметно отражающая связи генотипов выделенных полиморфизмов с наличием и направленностью их влияния на исследуемые векторы девиантного поведения.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** морская медицина, генетика агрессивного поведения, генетика суицидального поведения, генетика аддиктивного поведения, генетические основы рискованного поведения

**Для корреспонденции:** Мулик Александр Борисович, e-mail: [mulikab@mail.ru](mailto:mulikab@mail.ru)

**For correspondence:** Alexander B. Mulik, e-mail: [mulikab@mail.ru](mailto:mulikab@mail.ru)

**Для цитирования:** Шатыр Ю. А., Мулик А. Б., Трандина А. Е., Бунтовская А. С., Глушаков Р. И. Биоинформационный поиск генетических маркеров системного проявления склонности человека к агрессивному, суицидальному и аддиктивному поведению // *Морская медицина*. 2024. Т. 10, № 2. С. 33–44, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-2-33-44> EDN: <https://elibrary.ru/NKTPCJ>

**For citation:** Shatyr Yu. A., Mulik A. B., Trandina A. E., Buntovskaya A. S., Glushakov R. I. Bioinformatic search for genetic markers of systemic manifestation of person's inclination to aggressive, suicidal and addictive behavior // *Marine Medicine*. 2024. Vol. 10, № 2. P. 33–44, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-2-33-44> EDN: <https://elibrary.ru/NKTPCJ>

© Авторы, 2024. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Научно-исследовательский институт промышленной и морской медицины федерального медико-биологического агентства». 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>

## BIOINFORMATIC SEARCH FOR GENETIC MARKERS OF SYSTEMIC MANIFESTATION OF PERSON'S INCLINATION TO AGGRESSIVE, SUICIDAL AND ADDICTIVE BEHAVIOR

*Yulia A. Shatyr, Alexander B. Mulik\*, Alexandra E. Trandina, Alexandra S. Buntovskaya, Ruslan I. Glushakov*  
Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia

**INTRODUCTION.** A person's tendency to deviant behavior is to a large extent genetically determined and persists through life. Aggressive, suicidal and addictive behavior forms the basis of social and criminal tension in the society that justifies the need for further study of their genetic etiology.

**OBJECTIVE.** Virtual screening of most likely genes and their polymorphisms with a systemic impact on forming aggressiveness, suicidality and a person's inclination to chemical addictions.

**MATERIALS AND METHODS.** NCBI, PubMed Central (National Institutes of Health's National Library of Medicine, USA), PDB (Program database), KEGG (Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes), dbSNP (National Center for Biotechnology Information, USA), eLIBRARY open databases were used. The following search queries were applied: genetics of aggressive behavior; genetics of suicidal behavior; genetics of addictive behavior; genetic basis of risk-taking behavior. 834 publications were analyzed. There was virtual screening of genes and their polymorphisms, associated with phenotypic traits of the aggressive, suicidal and addictive behavior.

**RESULTS.** The bioinformatic analysis revealed a number of polymorphisms, systemically related to a person's predisposition to form aggressive, suicidal and addictive behavior: rs1800497 (DRD2), rs6280 (DRD3), rs1851048 (CACNAD3-1), rs 6777055 (CACNA2D3-2), rs4680 (COMT), rs2562456 (ZNF-LD).

**DISCUSSION.** According to the analysis of the potential role of the selected single nucleotide polymorphisms in forming phenotypic prerequisites of a person's systemic inclination to aggressive, suicidal and addictive behavior, genotypes of the studied SNP were characterized by the presence and nature of their effect on the studied vectors of deviant behavior.

**CONCLUSION.** There are systemized characteristics of genes, polymorphisms and relevant genotypes, associated with phenotypic and behavioral risks of aggressive, suicidal and addictive behavior. There is a developed look-up table, reflecting in detail the connection between genotypes of the selected polymorphisms, the presence and their effect on the studied vectors of deviant behavior.

**KEYWORDS:** marine medicine, genetics of aggressive behavior, genetics of suicidal behavior, genetics of addictive behavior, genetic basis of risk-taking behavior

**Введение.** Любые формы сложного, в том числе девиантного поведения, формируются под влиянием комплекса эндогенных и экзогенных факторов. В свою очередь, весь набор факторов эндогенной природы, безусловно, детерминирован множеством генов, системно взаимодействующих и обеспечивающих устойчивые проявления фенотипических характеристик человека, предопределяющих склонность к возможным формам девиантного поведения [1, 2]. Несмотря на то что пик поведенческих девиаций приходится на подростковый возраст, индивидуальные различия генетического и фенотипического статуса демонстрируют стабильность склонности к определенным девиациям у конкретного человека на протяжении всей его жизни [3, 4].

В настоящее время активно изучаются локусы генов-кандидатов, системно ассоциированных с различными векторами отклоняющегося поведения. Так, в исследовании L. R. Karlsson и соавт. [5] обобщены доказательства общих гене-

тических влияний на показатели толерантности к риску и рискованному поведению. М. А. Spano и соавт. [6] обнаружили наличие отрицательной связи между генетически обусловленным рискованным поведением (курение, употребление алкоголя, отсутствие физической активности) и желанием получения образования. Е. А. D. Clifton и соавт. [7], J. Tiebeek и соавт. [8] обосновали системность генетической детерминированности показателей социального поведения, психического здоровья, физического благополучия, аддиктивности, когнитивности, уровня образования, репродуктивных характеристик.

Современные достижения в исследовании генетической детерминированности отдельных совокупностей поведенческих девиаций подтверждают целесообразность дальнейшего поиска генетических оснований системного формирования различных векторов отклоняющегося поведения [9, 10].

В ранее выполненных собственных исследованиях были выявлены устойчивые сочетания

показателей фенотипа (высокий уровень общей неспецифической реактивности организма, возбудимость, тревожность, депрессивность, авантюризм, аффективность, невротичность, раздражительность), комплексно коррелирующие с агрессивным, суицидальным и аддиктивным поведением [11, 12]. Данные поведенческие девиации являются базисом социальной и криминальной напряженности общества, что обосновывает необходимость дальнейшего изучения их этиологии.

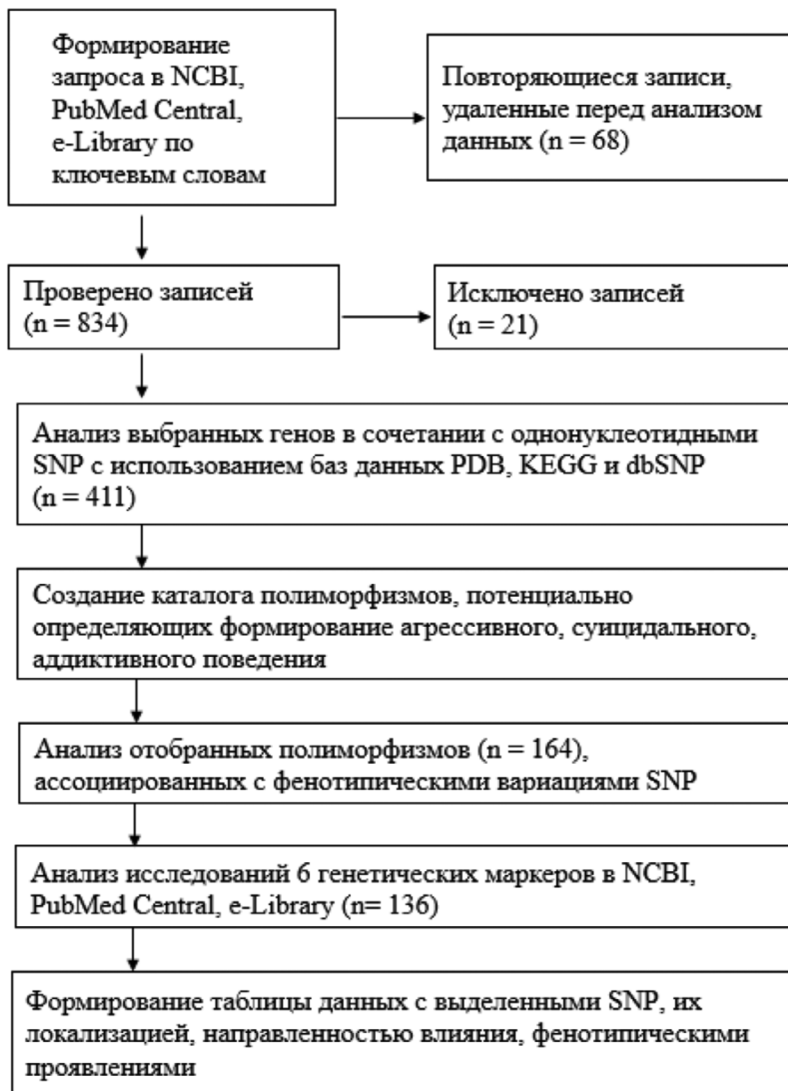
**Цель.** Провести виртуальный скрининг наиболее вероятных генов и их полиморфизмов, оказывающих системное влияние на формирование агрессивности, суицидальности и склонности человека к химическим аддикциям.

**Материалы и методы.** На первом этапе был осуществлен виртуальный скрининг генов и их полиморфизмов, связанных с фенотипическими признаками агрессивного, суицидального и аддиктивного поведения. Данные анализировали в соответствии с Соглашением о систематическом обзоре и метаанализе PRISMA. Использовались открытые базы NCBI, PubMed Central (National Institutes of Health's National Library of Medicine, США), PDB (Program database), KEGG (Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes), dbSNP (National Center for Biotechnology Information, США), eLIBRARY. Были применены следующие поисковые запросы: генетика агрессивного поведения; генетика суицидального поведения; генетика аддиктивного поведения; генетические основы рискованного поведения; genetics of aggressive behavior; genetics of suicidal behavior; genetics of addictive behavior; genetic basis of risky behavior. Профильные эксперты независимо изучали аннотации публикаций в соответствии с определенными критериями отбора, после чего анализировали полные тексты статей и ссылки на соответствующие работы с целью поиска других релевантных материалов. Оценивались результаты исследований, а также обзоров, представленных в российских и зарубежных научных изданиях. Глубина поиска источников составила 10 лет. После исключения единичных упоминаний, не нашедших подтверждения в дальнейших исследованиях, для второго этапа работы были отобраны публикации, актуализирующие системное влияние полиморфизмов на формирование агрессивности, суицидальности и склонности человека к химическим ад-

дикциям. Схема выполненного исследования представлена на рисунке.

**Результаты.** В результате первичного анализа литературы было отобрано более 400 источников, отражающих генетическую предрасположенность человека к агрессивным, суицидальным и аддиктивным формам поведения. Затем сформировали базу данных по следующим позициям: наименование гена, прямая функция кодируемого им белка, анализируемый SNP, функциональное влияние (в том числе вероятностное) на формирование агрессивного, суицидального, аддиктивного поведения с указанием источника данных. Всего было проанализировано 164 гена человека, SNP которых характеризуются фенотипическими вариациями исследуемых девиаций. После исключения единичных упоминаний, не нашедших подтверждения в последующих публикациях, для второго этапа исследования были отобраны данные, касающиеся следующих SNP: rs1800497 (ген DRD2), rs6280 (ген DRD3), rs1851048 (ген CACNAD3-1), rs 6777055 (ген CACNA2D3-2), rs4680 (ген COMT), rs2562456 (ген ZNF-LD).

Ген DRD2 человека локализован на длинном плече хромосомы 11 в локусе q23.2 и кодирует D2-рецептор дофамина – один из наиболее распространенных типов дофаминовых рецепторов в головном мозге. Нарушение деятельности дофаминергической системы ассоциировано с поведением, приносящим вознаграждение, и с рядом неврологических и психических заболеваний [13–15]. Ген DRD2 считается одним из наиболее значимых в генетике аддикций в целом и алкогольной зависимости, в частности, что обусловлено измененной реакцией на вознаграждение в мозге [16]. Многочисленные однонуклеотидные SNP, локализованные в гене, отвечают за изменение экспрессии D2-рецепторов и модуляцию дофаминергической передачи сигналов в центральной нервной системе. Связываясь с дофамином, D2-рецепторы принимают участие в регуляции метаболизма и гемодинамики, контроле настроения и мотивации, памяти, реализации двигательных актов, а дофаминергическая система вовлечена в механизм подкрепления различного рода аддикций (употребление психоактивных, в том числе наркотических веществ, переедание) [17–20]. X. Zhang и соавт. [21] обнаружили, что генетические варианты гена DRD2 могут потенциально способствовать



**Рис.** Схема исследования  
**Fig.** Scheme of the completed study

предрасположенности к посттравматическому стрессовому расстройству и большому депрессивному расстройству [21]. Наиболее изученным полиморфизмом в гене DRD2 является SNP rs1800497. К настоящему времени выполнен ряд исследований, подтверждающих влияние данного SNP на формирование антисоциального поведения человека (предрасположенность к алкоголизму, наркомании, табакокурению, маниакально-депрессивным расстройствам, суицидальному поведению, развитию психозов) [22, 23]. Минорный аллель полиморфизма rs1800497 (аллель T) связан со сниженным количеством сайтов связывания дофамина в мозге и, предположительно, определяет наличие алкогольной, никотиновой зависимости, а также предрасположенность к ряду нервно-психических расстройств, включая расстройства пищевого

поведения [24–26]. С другой стороны, в отдельных исследованиях не было подтверждено взаимосвязи между полиморфизмом rs1800497 и формированием пищевой зависимости [27]. Наиболее высокий риск алкогольной зависимости присутствует у генотипа C/T наряду с риском ожирения и склонностью к суициду [28]; у генотипа T/T отмечен более высокий риск развития синдрома дефицита внимания и гиперактивности, менее выраженные реакции удовольствия, выше вероятность развития депрессии, а у генотипа C/C наряду с высокой вероятностью формирования алкогольной зависимости отмечен риск развития дефицита внимания и гиперактивности вместе с высоким уровнем эмоционального интеллекта [29, 30].

Еще один ген, кодирующий дофаминовые рецепторы (подтип D3 рецептора дофамина), –

DRD3 – расположен в пре- и постсинаптических мембранах нейронов. Рецептор дофамина D3 локализован в лимбической системе мозга, регулирующей в организме эмоциональные и эндокринные функции [31]. В исследованиях J. Savitz и соавт. [32], M. C. Gondré-Lewis и соавт. [33] было проанализировано возможное влияние rs6280, полиморфизма DRD3 на связанное с вознаграждением высвобождение дофамина в полосатом теле как фундаментальный компонент формирования зависимостей и расстройств настроения [32, 33]. W. Huang и соавт. [34] определили участие rs6280 в формировании никотиновой зависимости [34]. DRD3 также предположительно является генетическим фактором развития амфетаминовой и ранней героиновой зависимости. A. M. F. Pego и соавт. [36] обнаружили связи генотипов T/C и C/C rs6280 с наркотической зависимостью, а также с предрасположенностью к рискованному, в том числе агрессивному поведению. Результаты исследования S. G. Kang и соавт. [37] дают основание предположить, что полиморфизм rs6280 связан с развитием алкогольной зависимости. В исследовании C. I. Park и соавт. [20] была обнаружена значительная связь между показателями rs6280 и обсессивно-компульсивным употреблением алкоголя. C. Zhao и соавт. [38] определили наличие связи между rs6280 и социальным конформизмом: было обнаружено, что у лиц с генотипом C/C, для которого характерно повышенное высвобождение дофамина в полосатом теле, восприимчивость к социальному влиянию более выражена относительно индивидов с генотипами C/T и T/T.

Ген CACNAD3-1 кодирует белок альфа-2/дельта, входящий в комплекс потенциал-зависимых кальциевых каналов. Было выявлено наличие связи между SNP rs1851048 гена CACNAD3-1 и уровнем болевой чувствительности, а также чувствительности к опиоидным анальгетикам: более высокий порог болевой чувствительности отмечен у генотипа A/A относительно генотипов G/G и G/A [39]. У мужчин связь rs1851048 с раздражительностью также можно интерпретировать как элемент склонности к поведению риска [40, 41].

CACNA2D3-2 – ген кальциевого потенциал-зависимого канала альфа2дельта3, является человеческим геном боли, который, предположительно, оказывает генерализованное воздействие на боль, возможно, путем взаимо-

действия ноцицепции с процессами более высокого порядка в мозге [42, 43]. SNP rs 6777055 CACNA2D3-2 связан с депрессивностью, невротичностью и эмоциональной лабильностью [44]. В целом, CACNAD3-1 и CACNA2D3-2 рассматриваются в качестве генов, связанных с большим разнообразием неврологических и нервно-психических расстройств, включая депрессивные [45].

Катехоламин-о-метилтрансфераза (COMT) — фермент, играющий важную роль в распаде катехоламинов, в том числе дофамина. Участие COMT в метаболизме дофамина, адреналина и норадреналина оказывает влияние на такие важные физиологические функции, как настроение, познание, ответ на стресс и реакцию на боль [46]. Т. В. Платонкина и соавт. [45] на основе литературного анализа подтвердили наличие связи гена COMT с аффективными проявлениями и предрасположенностью к депрессивным расстройствам. Полиморфизм rs4680 гена COMT связывают с когнитивной функцией, депрессией, склонностью к суициду, агрессивностью, экстраверсией и поисками новизны, а также с выраженностью соматической и висцеральной боли, болевой чувствительностью [47]. Результаты исследования N. S. Corral-Frías и соавт. [48] позволяют предположить, что вариабельность передачи сигналов дофамина, связанная с rs4680, влияет на индивидуальные различия в вознаграждении, что потенциально может способствовать психопатологии, характеризующейся дисфункцией вознаграждения. В исследовании M. Kaminskaite и соавт. [49] была обнаружена связь rs4680 с риском формирования алкогольной зависимости. Аллель G (Val) повышает риск возникновения депрессии, особенно у женщин. У лиц с генотипом G/G обнаружена предрасположенность к рискованному поведению, более высокий уровень депрессивности (особенно среди женщин), склонность к ожирению и сахарному диабету 2-го типа, а также к потреблению богатой жирами пищи. Для генотипа G/A (наиболее распространенный гетерозиготный полиморфизм) характерны средний уровень предрасположенности к рискованному поведению, а для генотипа A/A – более стойкие ассоциации с нервной булимией, тревожностью, избеганием риска, а также более высокий уровень эмоционального интеллекта [50–52]. С. А. Башкатов и соавт. [53] обосновали влияние rs4680 на формирование таких психологических качеств, как аффективный и когнитивно-аф-

Таблица 1

**Характеристика генов, полиморфизмов и соответствующих генотипов, ассоциированных с риском формирования агрессивного, суицидального и аддиктивного поведения**

Table 1

**Characteristics of genes, polymorphisms and corresponding genotypes associated with the risk of developing aggressive, suicidal and addictive behavior**

Ген	Кодируемый белок	Полиморфизм, направленность влияния	Фенотипические проявления вариаций генотипа
DRD2	D2-рецептор дофамина	rs1800497 – влияние на формирование антисоциального поведения, предрасположенность к депрессии, ряду нервно-психических расстройств [14, 15, 21], курению [19], формированию наркотической зависимости [17, 18, 56].	С/Т – высокий риск алкогольной зависимости, риск ожирения, склонность к суициду [13, 14, 24, 29]
			Т/Т – высокий риск развития синдрома дефицита внимания и гиперактивности, менее выражена реакция удовольствия, повышена вероятность развития депрессии и посттравматического стрессового расстройства [24, 30, 56]
			С/С – низкий риск алкогольной зависимости и ожирения [56], высокий риск дефицита внимания и гиперактивности наряду с высоким уровнем эмоционального интеллекта, повышенная востребованность сахара и газированных напитков [13].
DRD3	Подтип D3 рецептора дофамина	rs6280 – участие в формировании химических аддикций (алкогольной, никотиновой, наркотической, в том числе – ранней героиновой) [20, 31, 34, 35, 37], связь с социальным конформизмом [38]	Т/С – связь с наркотической зависимостью, предрасположенностью к агрессивному поведению [36]
			С/С – связь с наркотической зависимостью, предрасположенностью к агрессивному поведению [36], более высокая восприимчивость к социальному влиянию [38], риск развития обсессивно-компульсивного расстройства [57]
			Т/Т – в проанализированных публикациях данные отсутствуют
CACNAD3-1	Альфа-2/дельта	rs1851048 – связь с уровнем болевой чувствительности и чувствительностью к опиоидным анальгетикам [39]; ассоциация с неврологическими и нервно-психическими, в том числе депрессивными, расстройствами [40, 41]; у мужчин – с раздражительностью как элементом склонности к поведению риска [40, 41]	А/А – наиболее высокий порог болевой чувствительности и чувствительности к опиоидным анальгетикам [39], у мужчин – ассоциации с раздражительностью, обидчивостью как элементами склонности к рискованному поведению [40]
			Г/Г – у женщин связь с депрессивностью, невротизмом, эмоциональной лабильностью и массой тела как факторами, определяющими предрасположенность к агрессивному, суицидальному, аддиктивному поведению [40]
			Г/А – в проанализированных публикациях данные отсутствуют

Продолжение табл. 1 см. на стр. 39

Ген	Кодируемый белок	Полиморфизм, направленность влияния	Фенотипические проявления вариаций генотипа
CACNA2D3	Альфа-2/дельта-3	rs 6777055 – регуляция болевой чувствительности [41, 42]; ассоциации с неврологическими и нервно-психическими, в том числе депрессивными, расстройствами [43]	A/A – наиболее высокий порог болевой чувствительности [41]
			C/C – у женщин – связь с депрессивностью, невротичностью, эмоциональной лабильностью как признаками предрасположенности к рискованному поведению [40]
			A/C – в проанализированных публикациях данные отсутствуют
COMT	Фермент катехол-О-Метилтрансфераза	rs4680 – влияние на формирование настроения (аффективные проявления), выраженность соматической и висцеральной боли, развитие стресса [44], предрасположенность к аффективным проявлениям и депрессивным расстройствам [45], склонность к суициду, агрессивность, поиск новизны [46, 47]	G/A – средний уровень предрасположенности к рискованному поведению [70, 75]
			G/G – низкая тревожность, повышенный уровень предрасположенности к рискованному поведению [54], высокий уровень депрессивности (особенно среди женщин), приверженность к «нездоровой» пище, ожирению и сахарному диабету второго типа [40, 41, 50–52], средний уровень жизненного истощения как фактора риска формирования аддикций [54]
			A/A – высокий уровень тревожности, осторожность, низкая агрессивность, избегание риска, высокий уровень эмоционального интеллекта, стойкие ассоциации с нервной булимией [49], высокий уровень жизненного истощения, особенно среди мужчин [54]
ZNF-LD	Белок цинковых пальцев	rs2562456 – ассоциации с метаболическим ответом при формировании хронических болевых синдромов, при экспериментальной боли. Формирование общей реакции на боль, субъективная толерантность к боли [41]	A/A – у мужчин – связь с маскулинностью и уравновешенностью (отсутствие склонности к рискованному, в том числе аутоагрессивному поведению); у женщин – системная связь с массой тела и низким порогом болевой чувствительности как факторами, предрасполагающими к рискованному поведению [40, 41, 55]
			G/G – у женщин – системная связь с массой тела и высоким порогом болевой чувствительности (препятствие формированию поведения риска) [40, 41, 55]
			A/G – в проанализированных публикациях данные отсутствуют

фективный компоненты субъективного благополучия, переживание счастья, увлеченность, цельность натуры, умение видеть перспективу. В исследовании В. В. Гафарова и соавт. (2019) проанализирована связь между фенотипическими проявлениями вариаций генотипа rs4680 и уров-

нем жизненного истощения, который традиционно рассматривается как фактор риска развития девиантного поведения в виде потребления психоактивных веществ: чем выше уровень жизненного истощения, тем более человек склонен к формированию зависимости при употреблении



Таблица 2

**Генотипическая характеристика системного проявления склонности человека к агрессивному, суицидальному и аддиктивному поведению**

Table 2

**Genotypic characteristics of the systemic manifestation of a person’s tendency to aggressive, suicidal and addictive behavior**

SNP (ген)	Генотип	Девииации		
		агрессивность	суицидальность	аддиктивность
1800497 (DRD2)	C/T	(0)	(+)	(+)
	T/T	(0)	(+)	(0)
	C/C	(0)	(0)	(-)
6280 (DRD3)	T/C	(+)	0	(+)
	C/C	(+)	0	(+)
	T/T	(0)	(0)	(0)
1851048 (CACNAD3-1)	A/A	(+ у мужчин)	(+ у мужчин)	(0)
	G/G	(+ у женщин)	(+ у женщин)	(+)
	G/A	(0)	(0)	(0)
6777055 (CACNA2D3-2)	A/A	(-)	(-)	(-)
	C//C	(+ у женщин)	(+ у женщин)	(0)
	A/C	(0)	(0)	(0)
4680 (COMT)	G/A	(0)	(0)	(0)
	G/G	(+)	(+ у женщин)	(0)
	A/A	(-)	(0)	(0)
2562456 (ZNF-LD)	A/A	(- у мужчин)	(- у мужчин)	(0)
	G/G	(- у женщин)	(- у женщин)	(- у женщин)
	A/G	(0)	(0)	(0)

Примечание: (+) – положительная связь; (-) – отрицательная связь; (0) – отсутствие данных  
 Note: (+) – positive connection; (-) – negative connection; (0) – no data

психостимуляторов. Наиболее высокий уровень жизненного истощения (особенно среди мужчин) отмечен среди лиц с генотипом A/A rs6480, у представителей фенотипа G/G выявлен средний уровень жизненного истощения [54].

ZNF-LD является транскрипционным регулятором метилирования ДНК. SNP rs256456 (ZNF-LD) имеет ассоциации с метаболическим ответом при формировании хронических болевых синдромов, отвечает за формирование общей реакции на боль и субъективную толерантность к ней [41]. Среди возможных генотипов данного полиморфизма (A/G, A/A, G/G) генотип A/A у мужчин имеет статистически значимую связь с такими показателями психологического статуса, как уравновешенность и маскулинность, наличие которых, в свою очередь, опосредованно свидетельствует об отсут-

ствии склонности к рискованному, в частности аутоагрессивному, поведению. У женщин генотип G/G ассоциирован с массой тела и порогом болевой чувствительности, что также опосредованно свидетельствует о наличии отрицательной связи с формированием рискованного поведения [41, 55].

В табл. 1 систематизированы характеристики генов, полиморфизмов и соответствующих генотипов, ассоциированных с анализируемыми фенотипическими и поведенческими рисками агрессивного, суицидального и аддиктивного поведения.

**Обсуждение.** По результатам анализа потенциальной роли выделенных однонуклеотидных полиморфизмов в формировании фенотипических предпосылок системной склонности человека к агрессивному, суицидальному и аддик-

тивному поведению были охарактеризованы генотипы исследуемых SNP по наличию и направленности их влияния на исследуемые векторы девиантного поведения (табл. 2).

**Заключение.** В результате предпринятого исследования систематизированы характеристики генов, полиморфизмов и соответствующих ге-

нотипов, ассоциированных с фенотипическими и поведенческими рисками агрессивного, суицидального и аддиктивного поведения. Разработана справочная таблица, предметно отражающая связи генотипов выделенных полиморфизмов с наличием и направленностью их влияния на исследуемые векторы девиантного поведения.

#### Сведения об авторах:

*Шатыр Юлия Александровна* – кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела медико-биологических исследований Научно-информационного центра, Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; ORCID: 0000-0001-9279-5282; e-mail: yuliashatyr@gmail.com

*Мулик Александр Борисович* – доктор биологических наук, профессор, старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела медико-психологического сопровождения Научно-исследовательского центра, Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; ORCID: 0000-0001-6472-839X; e-mail: mulikab@mail.ru

*Трандина Александра Евгеньевна* – врач клинической лабораторной диагностики научно-исследовательской лаборатории тканевой инженерии научно-исследовательского отдела медико-биологических исследований Научно-исследовательского центра Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; ORCID: 0000-0003-1875-1059; e-mail: sasha-trandina@rambler.ru

*Бунтовская Александра Сергеевна* – врач клинической лабораторной диагностики научно-исследовательской лаборатории клеточных технологий научно-исследовательского отдела медико-биологических исследований научно-исследовательского центра Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; ORCID: 0000-0002-5816-9736; e-mail: sandrarebel@mail.ru

*Глушаков Руслан Иванович* – доктор медицинских наук, начальник научно-исследовательского отдела медико-биологических исследований Научно-информационного центра, Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; ORCID: 0000-0002-0161-5977; e-mail: glushakoffruslan@yandex.ru

#### Information about the authors:

*Yulia A. Shatyr* – Cand. of Sci. (Biol.), Associate Professor, Senior Researcher of the Research Department of Medical and Biological Research of the Scientific Information Center of the Military Medical Academy named after S. M. Kirov; 194044, Saint Petersburg, Academician Lebedev str., 6; ORCID: 0000-0001-9279-5282; e-mail: yuliashatyr@gmail.com

*Alexander B. Mulik* – Dr of Sci. (Biol.), Professor, Senior Researcher of the Research Department of Medical and Psychological Support of the Research Center of the Military Medical Academy named after S. M. Kirov; 194044, Saint Petersburg, Academician Lebedev str., 6; ORCID: 0000-0001-6472-839X; e-mail: mulikab@mail.ru

*Alexandra E. Trandina* – Doctor of clinical laboratory diagnostics of the research laboratory tissue engineering of the research department biological research of the research center of the Military Medical Academy named after S. M. Kirov; 194044, Saint Petersburg, Academician Lebedev str., 6; ORCID: 0000-003-1875-1059; e-mail: sasha-trandina@rambler.ru

*Alexandra S. Buntovskaya* – Doctor of clinical laboratory diagnostics of the research laboratory cellular technologies of the research department medical and biological research of the research center of the Military Medical Academy named after S. M. Kirov; 194044, Saint Petersburg, Academician Lebedev str., 6; ORCID: 0000-0002-5816-9736; e-mail: sandrarebel@mail.ru

*Ruslan I. Glushakov* – Dr of Sci. (Med.), Head of the Research Department of Medical and Biological Research of the Scientific Information Center of the Military Medical Academy named after S. M. Kirov; 194044, Saint Petersburg, Academician Lebedev str., 6; ORCID: 0000-0002-0161-5977; e-mail: glushakoffruslan@yandex.ru

**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 — Ю. А. Шатыр, Р. И. Глушаков. Вклад в сбор данных — Ю. А. Шатыр, А. Е. Трандина, А. С. Бунтовская. Вклад в анализ данных и выводы — А. Б. Мулик, Р. И. Глушаков. Вклад в подготовку рукописи — Ю. А. Шатыр, А. Е. Трандина.

**Author contribution.** All authors equally participated in the preparation of the article in accordance with the ICMJE criteria.

*Special contribution:* YuA, RIG contribution to the concept and plan of the study. YuASh, AET, ASB contribution to the collection and mathematical analysis of data. ABM, RIG Contribution to data analysis and conclusions. YuASh, AET contribution to the preparation of the manuscript.

**Финансирование.** Работа выполнена в рамках реализации проекта «Прогнозирование рисков развития агрессивного, суицидального и аддиктивного поведения среди населения территорий с различным физико-географическим и биогеохимическим статусом» по программе академического стратегического лидерства «Приоритет – 2030».

**Financing.** The work was carried out as part of the project “Forecasting the risks of developing aggressive, suicidal and addictive behavior among the population of territories with different physical-geographical and biogeochemical status” under the academic strategic leadership program “Priority – 2030”.

**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: 15.05.2024

Опубликована/Published: 30.06.2024

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Burt S. A. The Genetic, Environmental, and Cultural Forces Influencing Youth Antisocial Behavior Are Tightly Intertwined. *Annu Rev Clin Psychol*, 2022, Vol. 18, pp. 155–178. doi: 10.1146/annurev-clinpsy-072220-015507
2. Баурова Н. Н., Рудой И. С. Прогностическая модель развития невротических расстройств у курсантов военных вузов // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2012. № 3. С. 76–78. [Baurova N. N., Rudoy I. S. Predictive model of the development of neurotic disorders among cadets of military universities. Medical-biological and social-psychological problems of safety in emergency situations, 2012, No. 3, P. 76–78. (In Russ.)].
3. Josef A. K., Richter D., Samanez-Larkin G. R., et al. Stability and change in risk-taking propensity across the adult life span. *J Pers Soc Psychol*, 2016, Vol. 111, N 3, pp. 430–450. doi: 10.1037/pspp0000090
4. Jansen L. M. C. The neurobiology of antisocial behavior in adolescence; current knowledge and relevance for youth forensic clinical practice. *Current Opinion in Psychology*, 2022, Vol. 47, p. 101356. doi:10.1016/j.copsy.2022.101356
5. Karlsson L. R., Biroli P., Kong E., et al. Genome-wide association analyses of risk tolerance and risky behaviors in over 1 million individuals identify hundreds of loci and shared genetic influences. *Nat Genet*, 2019, Vol. 51, N 2, pp. 245–257. doi: 10.1038/s41588-018-0309-3
6. Spano M. A., Morris T. T., Davies N. M., et al. Genetic association of risk behaviours and educational attainment. *Commun Biol*, 2024, Vol. 7, N 1, pp. 435. doi: 10.1038/s42003-024-06091-y.
7. Clifton E. A. D., Perry J. R. B., Imamura F., et al. Genome-wide association study for risk taking propensity indicates shared pathways with body mass index. *Communications Biology*, 2018, Vol. 3, N 1, p. 36. doi: 10.1038/s42003-018-0042-6
8. Tielbeek J. J., Uffelmann E., Williams B. S., et al. Uncovering the genetic architecture of broad antisocial behavior through a genome-wide association study meta-analysis. *Mol Psychiatry*, 2022, Vol. 27, N 11, pp. 4453–4463. doi: 10.1038/s41380-022-01793-3
9. Gard A. M., Dotterer H. L., Hyde L. W. Genetic influences on antisocial behavior: recent advances and future directions. *Curr Opin Psychol*, 2019, Vol. 27, pp. 46–55. doi: 10.1016/j.copsy.2018.07.013
10. Isen J., Tuvblad C., Younan D., et al. Developmental Trajectories of Delinquent and Aggressive Behavior: Evidence for Differential Heritability. *Child Psychiatry Hum Dev*, 2022, Vol. 53, N 2, pp. 199–211. doi: 10.1007/s10578-020-01119-w
11. Мулик А. Б., Шатыр Ю. А., Улесикова И. В., Соловьев А. Г., Назаров Н. О., Черный Е. В. Психологические особенности потребления алкоголя у студенческой молодежи Европейского Севера России // Экология человека. 2022. Т. 29, № 5. С. 323–331 [Mulik A. B., Shatyr Yu. A., Ulesikova I. V., Soloviev A. G., Nazarov N. O., Cherny E. V. Psychological features of alcohol consumption among student youth of the European North of Russia. *Human Ecology*, 2022, Vol. 29, N 5, pp. 323–331 (In Russ.)]. doi: 10.17816/humeco78852
12. Мулик А. Б., Юсупов В. В., Назаров Н. О., Улесикова И. В., Срослова Г. А., Шатыр Ю. А. Условия формирования мотивации потребления алкоголя и табака // Профилактическая медицина. 2023. Т. 26, № 2. С. 106–114 [Mulik A. B., Yusupov V. V., Nazarov N. O., Ulesikova I. V., Sroslova G. A., Shatyr Yu. A. Conditions for the formation of motivation for alcohol and tobacco consumption. *Preventive Medicine*, 2023, Vol. 26, N. 2, pp. 106–114 (In Russ.)]. doi: 10.17116/profmed202326021106
13. Rivera-Iñiguez I., Panduro A., Ramos-Lopes O., et al. DRD2/ANKK1 TaqI A1 polymorphism associates with overconsumption of unhealthy foods and biochemical abnormalities in a Mexican population. *Eat Weight Disord*, 2019, Vol. 24, N 5, pp. 835–844. doi: 10.1007/s40519-018-0596-9
14. Blum K., Bowirrat A., Elman I., et al. Evidence for the DRD2 Gene as a Determinant of Reward Deficiency Syndrome (RDS). *Clin Exp Psychol*, 2023, Vol. 9, N 4, pp. 8–11.
15. Серяпина А. А. Ген DRD2: [Электронный ресурс]. ГЕНОКАРТА Генетическая энциклопедия. 2019. URL: <https://www.genokarta.ru/gene/DRD2>. (Дата обращения: 06.12.2023).
16. Arfmann W., Achenbach J., Meyer-Bockenamp F., et al. Comparing DRD2 Promoter Methylation Between Blood and Brain in Alcohol Dependence. *Alcohol Alcohol*, 2023, Vol. 58, N 2, pp. 216–223. doi: 10.1093/alcalc/agad005
17. Wise R. A., Jordan C. J. Dopamine, behavior, and addiction. *J Biomed Sci*, 2021, Vol. 28, N 1, p. 83. doi: 10.1186/s12929-021-00779-7
18. Lachowicz M., Chmielowiec J., Chmielowiec K., et al. Significant association of DRD2 and ANKK1 genes with rural heroin dependence and relapse in men. *Ann Agric Environ Med*, 2020, Vol. 27, N 2, pp. 269–273. doi: 10.26444/aam/119940
19. Ruzilawati A. B., Islam M. A. I., Muhamed S. K. S., et al. Smoking Genes: A Case-Control Study of Dopamine Transporter Gene (SLC6A3) and Dopamine Receptor Genes (DRD1, DRD2 and DRD3) Polymorphisms and Smoking Behaviour in a Malay Male Cohort. *Biomolecules*, 2020, Vol. 12, N 10, p. 1633. doi: 10.3390/biom10121633
20. Park C. I., Kim H. W., Hwang S. S., et al. Influence of dopamine-related genes on craving, impulsivity, and aggressiveness in Korean males with alcohol use disorder. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci*, 2021, Vol. 271, N 5, pp. 865–872. doi: 10.1007/s00406-019-01072-3

21. Zhang X., Han Y., Liu X., et al. Assessment of genetic variants in D2 dopamine receptor (DRD2) gene as risk factors for post-traumatic stress disorder (PTSD) and major depressive disorder (MDD): A systematic review and meta-analysis. *J Affect Disord*, 2023, Vol. 328, pp. 312–323. doi: 10.1016/j.jad.2023.02.001
22. Gerra M. C., Manfredini M., Cortese E. et al. Genetic and Environmental Risk Factors for Cannabis Use: Preliminary Results for the Role of Parental Care Perception. *Subst Use Misuse*, 2019, Vol. 54, N 4, pp. 670–680. doi: 10.1080/10826084.2018.1531430
23. Blum K., Thanos P. K., Hanna C., et al. “TO BE OR NOT TO BE” GWAS Ends the Controversy about the DRD2 Gene as a Determinant of Reward Deficiency Syndrome (RDS). *Psychol Res Behav Manag*, 2023, Vol. 16, pp. 4287–4291. doi: 10.2147/PRBM.S428841
24. Spitta G., Fliedner L. E., Gleich T., et al. Association between DRD2/ANKK1 TaqIA Allele Status and Striatal Dopamine D2/3 Receptor Availability in Alcohol Use Disorder. *J Integr Neurosci*, 2022, Vol. 21, N 6, p. 171. doi: 10.31083/j.jin2106171
25. Aliasghari F., Mahdavi R., Barati M., et al. Genotypes of ANKK1 and DRD2 genes and risk of metabolic syndrome and its components: A cross-sectional study on Iranian women. *Obes Res Clin Pract*, 2021, Vol. 15, N 5, pp. 449–454. doi: 10.1016/j.orcp.2021.08.001
26. Aliasghari F., Nazm S. A., Yasari S., et al. Associations of the ANKK1 and DRD2 gene polymorphisms with overweight, obesity and hedonic hunger among women from the Northwest of Iran. *Eat Weight Disord*, 2021, Vol. 26, N 1, pp. 305–312. doi: 10.1007/s40519-020-00851-5
27. Obregón A. M., Valladares Vega M. A., Goldfield G., et al. Genetic variation of the dopamine D2 receptor gene: association with the reinforcing value of food and eating in the absence of hunger in Chilean children. *Nutr Hosp*, 2020, Vol. 34, N 3, pp. 524–533.
28. Hidalgo Vira N., Oyarce K., Valladares Vega M., et al. No association of the dopamine D2 receptor genetic bilocus score (rs1800497/rs1799732) on food addiction and food reinforcement in Chilean adults. *N. Front Behav Neurosci*, 2023, Vol. 17, 1067384. doi: 10.3389/fnbeh.2023.1067384
29. Daza-Hernández S., Pérez-Luque E., Martínez-Cordero C., et al. Analysis of Factors Associated with Outcomes of Bariatric Surgery: rs1800497 ANKK1, rs1799732 DRD2 Genetic Polymorphisms, Eating Behavior, Hedonic Hunger, and Depressive Symptoms. *J Gastrointest Surg*, 2023, Vol. 27, N 9, pp.1778–1784. doi: 10.1007/s11605-023-05699-5
30. Гафаров В. В., Громова Е. А., Панов Д. О. и др. Ассоциация полиморфизма гена DRD2/ANKK1 TaqIA с депрессией в открытой популяции мужчин 45–64 лет (международные эпидемиологические программы HAPIEE и ВОЗ MONICA) // *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. 2019. Т. 11, № 2. С. 37–41 [Gafarov V. V., Gromova E. A., Panov D. O., et al. Association of DRD2/ANKK1 TaqIA gene polymorphism with depression in an open population of men 45–64 years old (international epidemiological programs HAPIEE and WHO MONICA). *Neurology, neuropsychiatry, psychosomatics*, 2019, Vol. 11, N 2, pp. 37–41 (In Russ.)].
31. Кириченко Е. Н. Ген DRD3: [Электронный ресурс]. ГЕНОКАРТА Генетическая энциклопедия. 2020. – URL: <https://www.genokarta.ru/gene/DRD3>. (Дата обращения: 09.01.2024) [Kirichenko E. N. DRD3 gene: [Electronic resource]. GENOMAPP Genetic encyclopedia. 2020. – URL: <https://www.genokarta.ru/gene/DRD3>. (Date of access: 01/09/2024) (In Russ.)].
32. Savitz J., Hodgkinson C. A., Martin-Soelch C., et al. The functional DRD3 Ser9Gly polymorphism (rs6280) is pleiotropic, affecting reward as well as movement. *PLoS One*, 2013, Vol. 8, N 1, p. e54108. doi: 10.1371/journal.pone.0054108
33. Gondré-Lewis M. C., Elman I., Alim T., et al. Frequency of the Dopamine Receptor D3 (rs6280) vs. Opioid Receptor  $\mu$ 1 (rs1799971) Polymorphic Risk Alleles in Patients with Opioid Use Disorder: A Preponderance of Dopaminergic Mechanisms? *Biomedicines*, 2022, Vol. 10, N 4, p. 870. doi: 10.3390/biomedicines10040870
34. Huang W., Payne T. J., Ma J. Z., et al. A functional polymorphism, rs6280, in DRD3 is significantly associated with nicotine dependence in European-American smokers. *Am J Med Genet B Neuropsychiatr Genet*, 2008, Vol. 147B, N 7, pp. 1109–1115. doi: 10.1002/ajmg.b.30731
35. Kuo S-C., Yeh Y-W., Chen C-Y., et al. DRD3 variation associates with early-onset heroin dependence, but not specific personality traits. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry*, 2014, Vol. 51, pp. 1–8. doi: 10.1016/j.pnpbp.2013.12.018
36. Pego A. M. F., Leyton V., Miziara I. D., et al. SNPs from BCHE and DRD3 genes associated to cocaine abuse amongst violent individuals from Sao Paulo, Brazil. *Forensic Sci Int*, 2020, Vol. 317, p. 110511. doi: 10.1016/j.forsciint.2020.110511
37. Kang S. G., Lee B. H., Lee J. S., et al. DRD3 gene rs6280 polymorphism may be associated with alcohol dependence overall and with Lesch type I alcohol dependence in Koreans. *Neuropsychobiology*, 2014, Vol. 69, N 3, pp. 140–146. doi: 10.1159/000358062
38. Zhao C., Liu J., Gong P., et al. Investigating the Genetic Basis of Social Conformity: The Role of the Dopamine Receptor 3 (DRD3) Gene. *Neuropsychobiology*, 2016, Vol. 74, N 1, pp. 32–40. doi: 10.1159/000450710
39. Rhodin A., Grönbladh A., Ginya H., et al. Combined analysis of circulating  $\beta$ -endorphin with gene polymorphisms in OPRM1, CACNAD2 and ABCB1 reveals correlation with pain, opioid sensitivity and opioid-related side effects. *Mol Brain*, 2013, Vol. 6, p. 8. <https://doi.org/10.1186/1756-6606-6-8>
40. Shatyr Yu. A., Nazarov N. O., Glushakov R. I., et al. Search for genetic and phenotypical bases of human predisposition to risk behavior. *Scientific Notes of Crimean V. I. Vernadsky Federal University Biology. Chemistry*, 2023, Vol. 9, N 3, pp. 291–299.
41. Mulik A., Novochadov V., Bondarev A., et al. New insights into genotype-phenotype correlation in individuals with different level of general non-specific reactivity of an organism. *Journal of Integrative Bioinformatics*, 2016, Vol. 13, N 4, p. 295. doi:10.2390/biecoll-jib-2016-295

42. Belfer I. Nature and Nurture of Human Pain. *Hindawi*, 2013, Vol. 2013, Article ID 415279. doi:10.1155/2013/415279
43. Ablinger C., Geisler S. M., Stanika R. I., et al. Neuronal  $\alpha 2\delta$  proteins and brain disorders. *Pflugers Arch – Eur J Physiol*, 2020, Vol. 472, N 7, pp. 845–863. doi:10.1007/s00424-020-02420-2
44. Спасова А. П., Барышева О. Ю., Тихова Г. П. Полиморфизм гена катехол-о-метилтрансферазы и боль // *Региональная анестезия и лечение острой боли*. 2017. Т. 11, № 1. С. 6–12 [Spasova A. P., Barysheva O. Yu., Tikhova G. P. Polymorphism of the catechol-o-methyltransferase gene and pain. *Regional anesthesia and treatment of acute pain*. 2017, Vol. 11, N 1, pp. 6–12 (In Russ.)].
45. Платонкина Т. В., Боговин Л. В., Наумов Д. Е., Овсянкин А. И. Генетические исследования депрессивных расстройств: обзор литературы // *Бюллетень физиологии и патологии дыхания*. 2018. Вып. 68. С. 96–106 [Platonkina T. V., Bogovin L. V., Naumov D. E., et al. Genetic studies of depressive disorders: review of the literature. *Bulletin of Physiology and Pathology of Respiration*, 2018, Vol. 68, pp. 96–106 (In Russ.)].
46. Кибитов А. О., Рыбакова К. В., Соловьева М. Г. и др. Социально-демографические и анамнестические характеристики пациентов с алкогольной зависимостью и полиморфизм генов систем ГАМК-глутамата и дофамина // *Социальная и клиническая психиатрия*. 2021. Т. 31, № 1. С. 5–19 [Kibitov A. O., Rybakova K. V., Solovyova M. G., et al. Socio-demographic and anamnestic characteristics of patients with alcohol dependence and polymorphism of genes of the GABA-glutamate and dopamine systems. *Social and clinical psychiatry*, 2021, Vol. 31, N 1, pp. 5–19 (In Russ.)].
47. Гафаров В. В., Громова Е. А., Панов Д. О. и др. Ассоциация полиморфного маркера Val158Met гена COMT с депрессией в открытой популяции 25–44 лет (международная программа ВОЗ MONICA, эпидемиологическое исследование) // *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. 2021. Т. 13, № 2. С. 19–25 [Gafarov V. V., Gromova E. A., Panov D. O., et al. Association of the polymorphic marker Val158Met of the COMT gene with depression in an open population 25–44 years old (WHO international program MONICA, epidemiological study). *Neurology, neuropsychiatry, psychosomatics*, 2021, Vol. 13, N 2, pp. 19–25 (In Russ.)].
48. Corral-Frias N. S., Pizzagalli D. A., Carré J. M., et al. COMT Val (158) Met genotype is associated with reward learning: a replication study and meta-analysis. *Genes Brain Behav*, 2016, Vol. 15, N 5, pp. 503–513. doi: 10.1111/gbb.12296
49. Kaminskaite M., Jokubka R., Janaviciute J., et al. Epistatic effect of Ankyrin repeat and kinase domain containing 1 – Dopamine receptor D2 and catechol-o-methyltransferase single nucleotide polymorphisms on the risk for hazardous use of alcohol in Lithuanian population. *Gene*, 2021, Vol. 765, p.145107. doi: 10.1016/j.gene.2020.145107
50. Моталова Ю. И., Воробьева Е. В. Роль генов серотонинэргической и дофаминэргической систем в возникновении нарушений пищевого поведения: обзор современных исследований // *Инновационная наука: Психология, Педагогика, Дефектология*. 2018. Т. 1, № 2. С. 133–142 [Motalova Yu. I., Vorobyova E. V. The role of genes of the serotonergic and dopaminergic systems in the occurrence of eating disorders: a review of modern research. *Innovative science: Psychology, Pedagogy, Defectology*, 2018, Vol. 1, N 2, pp. 133–142 (In Russ.)].
51. Васильева А. А., Васильев В. А., Окушко Р. В., Негашева М. А. Ассоциации полиморфизма гена катехол-О-метилтрансферазы (COMT) с морфофункциональными показателями у студентов России и Приднестровья // *Молекулярная генетика, микробиология и вирусология*. 2021. № 1. С. 42–49 [Vasilyeva A. A., Vasiliev V. A., Okushko R. V., Negasheva M. A. Associations of polymorphism of the catechol-O-methyltransferase (COMT) gene with morphofunctional indicators in students of Russia and Transnistria”. *Molecular Genetics, Microbiology and Virology*, 2021, N 1, pp. 42–49 (In Russ.)].
52. Воробьева Е. В., Ковш Е. М., Косоногов В. В. Эмоциональный интеллект у носителей разных генотипов COMT, BDNF, DRD2 И HTR2A // *Психологический анализ*. 2022. Т. 15, № 2. С. 83–96 [Vorobyova E. V., Kovsh E. M., Kosonogov V. V. Emotional intelligence in carriers of different genotypes of COMT, BDNF, DRD2 AND HTR2A. *Psychological analysis*, 2022, Vol. 15, N 2, pp. 83–96 (In Russ.)]. doi: 10.11621/pir.2022.0206
53. Башкатов С. А., Нургалиева А. Х., Еникеева Р. Ф. и др. Перспективы разработки объективных индикаторов субъективного благополучия на основе данных психолого-генетического анализа // *Вестник ЮУрГУ, Серия «Психология»*. 2016. Т. 9, № 4. С. 25–39 [Bashkatov S. A., Nurgalieva A. Kh., Enikeeva R. F., et al. Prospects for the development of objective indicators of subjective well-being based on data from psychological and genetic analysis. *Bulletin of SUSU, Series “Psychology”*, 2016, Vol. 9, N 4, pp. 25–39 (In Russ.)].
54. Гафаров В. В., Громова Е. А., Панов Д. О. и др. Полиморфизм Val158Met rs4680 гена COMT и жизненное истощение в открытой популяции 45–64 лет (международные эпидемиологические программы: ВОЗ MONICA, НАPIEE) // *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. 2019. Т. 11, № 4. С. 57–60 [Gafarov V. V., Gromova E. A., Panov D. O., et al. Polymorphism Val158Met rs4680 of the COMT gene and vital exhaustion in an open population of 45–64 years (international epidemiological programs: WHO MONICA, NAPIEE). *Neurology, neuropsychiatry, psychosomatics*, 2019, Vol. 11, N 4, pp. 57–60 (In Russ.)].
55. Мулик А. Б., Юсупов В. В., Назаров Н. О. и др. Условия формирования мотивации потребления алкоголя и табака // *Профилактическая медицина*. 2023. Т. 26, № 2. С. 106–114 [Mulik A. B., Yusupov V. V., Nazarov N. O., et al. Conditions for the formation of motivation for alcohol and tobacco consumption. *Preventive Medicine*, 2023, Vol. 26, N 2, pp. 106–114 (In Russ.)]. doi: 10.17116/profmed202326021106
56. Klein T. A., Neumann J., Reuter M., et al. Genetically determined differences in learning from errors. *Science*, 2007, Vol. 318, N 5856, pp. 1642–1645. doi: 10.1126/science.1145044
57. Light K. J., Joyce P. R., Luty S. E., et al. Preliminary evidence for an association between a dopamine D3 receptor gene variant and obsessive-compulsive personality disorder in patients with major depression. *Am J Med Genet B Neuropsychiatr Genet*, 2006, Vol. 141B, N 4, pp. 409–413. doi: 10.1002/ajmg.b.30308

УДК 311

doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-2-45-57>

## ПЕРЕКРЕСТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В МЕДИЦИНЕ И ЗДРАВООХРАНЕНИИ

К. К. Холматова\*, М. А. Горбатова, О. А. Харькова, А. М. Гржибовский  
Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск, Россия

В данной статье описан дизайн перекрестного исследования, а также представлен его частный, гибридный вариант – «случай–перекрест». Изложены методологические особенности, описаны основные научные вопросы, на которые позволяют дать ответы данные исследования. Описаны возможности интерпретации полученной информации. Обобщены достоинства и недостатки обоих дизайнов. Представлены и проанализированы примеры перекрестных исследований в медицинской литературе.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** морская медицина, перекрестное исследование, исследование «случай–перекрест», гибридное исследование, комбинированное исследование, дизайн исследования

\*Для корреспонденции: Холматова Камилла Кахрамонжоновна, e-mail: [kkholmatova@mail.ru](mailto:kkholmatova@mail.ru)

\*For correspondence: Kamila K. Kholmatova, e-mail: [kkholmatova@mail.ru](mailto:kkholmatova@mail.ru)

**Для цитирования:** Холматова К. К., Горбатова М. А., Харькова О. А., Гржибовский А. М. Возможности применения перекрестных исследований в медицине и здравоохранении // *Морская медицина*. 2024. Т. 10, No.2. С. 45–57, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-2-45-57> EDN: <https://elibrary.ru/PEFUXT>

**For citation:** Kholmatova K. K., Gorbatova M. A., Kharkova O. A., Grjibovski A. M. Crossover studies in medicine and public health. *Marine medicine*. 2024. Vol. 10, No. 2. P. 45–57, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-2-45-57> EDN: <https://elibrary.ru/PEFUXT>

## CROSSOVER STUDIES IN MEDICINE AND PUBLIC HEALTH

Kamila K. Kholmatova\*, Maria A. Gorbatova, Olga A. Kharkova, Andrej M. Grjibovski  
Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia

In this paper we present an overview of the design of crossover study, as well as its special variant, the case-crossover study, which refers to hybrid studies. The methodological features of these research designs are outlined. Main research questions that can be addressed using these study designs and the possibilities of interpreting the information received are presented. Strengths and limitations of these study designs will be described in detail. Examples of cross-sectional studies in the medical literature are presented and analyzed.

**KEYWORDS:** marine medicine, crossover study, case-crossover study, hybrid study, combined study, study design

Гибридными называются исследования, в которых используется комбинация различных черт классических (базовых) эпидемиологических исследований, таких как одномоментное / поперечное, «случай–контроль», когортное и экспериментальное. Это делается для того, чтобы максимально использовать преимущества и

избежать недостатков базовых исследований. Гибридные исследования важно отличать от так называемых смешанных (mixed methods studies), которые сочетают в себе методологию качественных и количественных исследований. Ранее нами были рассмотрены два варианта гибридных исследований, а именно гнездовое

---

© Авторы, 2024. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Научно-исследовательский институт промышленной и морской медицины федерального медико-биологического агентства». 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>

исследование и «случай–когорта» [1]. В этой публикации мы хотели бы представить дизайн исследования «случай–перекрест», который также относится к гибридным исследованиям. Тем не менее стоит начать с описания перекрестного дизайна, так как исследование «случай–перекрест» – это частный вариант перекрестного типа.

**Перекрестное исследование (crossover design)**

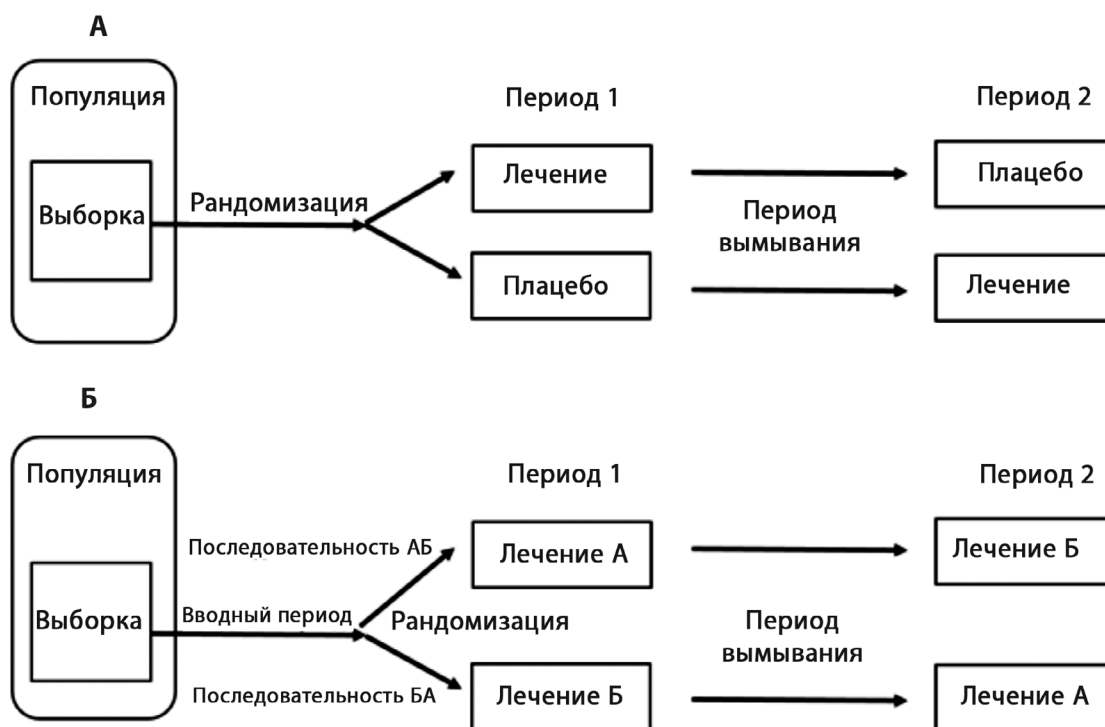
Перекрестное исследование (кроссовер, кроссоверное исследование, crossover study) – это продольное (longitudinal) исследование, в ходе которого участники получают последовательность различных методов лечения или воздействий изучаемых факторов. Перекрестные исследования могут быть наблюдательными, однако в большинстве случаев – это разновидность контролируемых экспериментальных исследований (controlled trials).

В медицине классическое экспериментальное исследование – клиническое испытание, (clinical trial) представляющее собой исследование с параллельным дизайном, когда после рандомизации пациенты распределяются в экспериментальную группу (изучаемое лече-

ние) и группу сравнения (плацебо или стандартное лечение) и остаются в исходных группах на протяжении всего исследования. В итоге исходы в экспериментальной группе сопоставляют с таковыми в группе сравнения и делают вывод об эффективности изучаемой терапии.

Перекрестный дизайн – это схема повторных исследований, при которой каждая группа пациентов получает лечение в течение разных периодов времени, а иногда и несколько вариантов терапии, т. е. пациенты в ходе одного и того же исследования переходят из экспериментальной группы в группу контроля и наоборот (рис. 1). После рандомизации участники попадают в одну из вышеуказанных групп. Каждая группа в какой-то из периодов проходит лечение изучаемым препаратом. Затем после периода вымывания (отмывочного периода, wash out period) воздействие в группах меняют, следовательно, экспериментальная группа станет группой сравнения и наоборот. Иногда ветвей исследования бывает больше, если тестируется не два препарата, а несколько.

Перекрестный дизайн весьма популярен в научных медицинских исследованиях, так как он может обеспечить более эффективное срав-



**Рис. 1.** Схема перекрестного исследования  
**Fig. 1.** Crossover study design

нение методов лечения, чем параллельный подход. При перекрестном подходе может потребоваться меньшее число пациентов для достижения того же уровня статистической мощности, что и при параллельном подходе. Кроме того, интуитивно этот подход кажется более разумным, так как каждый пациент служит своим собственным контролем [2].

Перекрестный дизайн подходит далеко не для всех целей, так как должен быть выполнен целый ряд условий относительно изучаемого состояния и методов его лечения. В клинических испытаниях заболевание должно быть хроническим и стабильным, а методы лечения не могут приводить к полному излечению, а только облегчать состояние болезни [3]. Исследования, как правило, ограничены изучением краткосрочных результатов при длительно текущих хронических заболеваниях, поскольку заболевание или процесс должны сохраняться достаточно долго, чтобы аналитик мог подвергнуть участника исследования каждому из методов лечения и измерить эффект. Если лечение А излечивает пациента в течение первого периода, то лечение Б не будет иметь возможности продемонстрировать свою эффективность, когда пациент перейдет на лечение Б во 2-м периоде. Данный дизайн подходит для таких заболеваний, как гипертоническая болезнь, сахарный диабет, бронхиальная астма и др., когда лекарства не способны излечить пациента, но могут контролировать какие-то измеряемые признаки, а лечение направлено на улучшение качества жизни [2, 4].

Гибридные исследования являются предпочтительными для испытаний на биоэквивалентность, целью которых, к примеру, является анализ того, обеспечивают ли изучаемые и референтные фармацевтические препараты эквивалентные уровни концентрации препарата в крови. В такого рода испытаниях не важно существует ли лекарство – это демонстрация того, что новая рецептура (например, новый непатентованный препарат) приводит к той же концентрации действующего вещества в системе крови. Таким образом, необходимо вводить оба препарата каждому субъекту, что приводит исследователя к перекрестному дизайну [2].

Основным недостатком перекрестного исследования является то, что эффекты одного лечения могут «переноситься» и изменять реакцию на последующие виды лечения. Обычный

подход к предотвращению этого заключается в введении периода вымывания – периода отсутствия какого-либо лечения в обеих группах, который является достаточно длительным, чтобы устранить потенциальные побочные эффекты как фармакологически (чтобы эффект от лечения сошел на нет), так и психологически. Суть применения отмывочного периода заключается в том, чтобы ограничить измерение результата воздействия временем окончания каждого периода лечения. Если участники уже получали какую-либо терапию по поводу этого заболевания, то требуется период выведения исходных препаратов перед назначением первого изучаемого препарата. Такой период с отменой лечения перед началом исследования называется вводимым (см. рис. 1). В период вымывания пациенты не получают никакого лечения или постепенно снижают дозы первого препарата с коротким периодом отсутствия повторных измерений. Период вымывания может быть идеальным вариантом для здоровых добровольцев в исследованиях биоэквивалентности. В большинстве клинических испытаний с участием пациентов с заболеванием, особенно если в группе сравнения участвуют здоровые субъекты, период выведения возможен только когда состояние всех пациентов является легким или средней степени тяжести. В некоторых странах даже прописаны условия для включения пациентов в такие исследования [5].

Затем исследователям необходимо понять вероятную продолжительность действия данного метода и его потенциал для взаимодействия с другими методами лечения [6], исходя из которого исследователи определяют продолжительность периода вымывания.

Статистический анализ в перекрестных исследованиях сосредоточен в основном на оценке эффектов лечения, переноса и эффекта периода. Когда возможно взаимодействие между лечением и периодом лечения, важно сначала протестировать такое взаимодействие прежде чем делать выводы о различиях между отдельными методами лечения. Значительно меньше внимания уделяется взаимодействию между лечением и периодом лечения, которое исторически было заменено эффектом переноса в двухпериодных или трехпериодных конструкциях [6].

Математическая модель, описывающая стандартное 2 x 2 исследование перекреста (2 груп-



пы и 2 варианта терапии, см. рис. 1Б), выглядит следующим образом:

$$Y_{ijk} = \mu + S_{ik} + P_j + T_{j,k} + C_{j-1,k} + e_{ijk},$$

где:  $Y_{ijk}$  – ответ пациента  $i$  в последовательности  $k$  на период  $j$ ,

пациент  $i = 1, 2, \dots, nk$  (пациент  $i$  в последовательности  $k$ ),

период  $j = 1, 2$  (первый или второй),

последовательность  $k = 1, 2$  (АБ (сначала вводится препарат А, затем Б или БА)).

Пациент ( $S_{ik}$ ) и ошибка ( $e_{ijk}$ ) являются независимыми и одинаково распределенными случайными величинами и имеют нормальное распределение со средним значением 0 и дисперсией  $\sigma_s^2$  и средним значением 0 и дисперсией  $\sigma_e^2$  соответственно. Эта модель включает фиксированные эффекты, такие как эффект периода ( $P_j$ ), прямой эффект лечения ( $T_{j,k}$ ) и эффект переноса ( $C_{j-1,k}$ ). Например,  $T_{1,2}$  представляет собой прямой фиксированный эффект лечения в период 1 в последовательности 2 (здесь – в первом периоде последовательности БА), а  $C_{2-1,1}$  представляет собой остаточный эффект переноса с периода (2–1) на второй период в последовательности 1 (здесь – последовательность АБ). Эффект переноса в стандартной конструкции кроссовера  $2 \times 2$  может возникнуть во 2-м периоде. Фиксированные эффекты в каждый период в каждой последовательности суммируются следующим образом.

Последовательность	1-й период	2-й период
АБ	$\mu_{11} = \mu + P_1 + T_A$	$\mu_{21} = \mu + P_2 + T_B + C_A$
БА	$\mu_{12} = \mu + P_1 + T_B$	$\mu_{22} = \mu + P_2 + T_A + C_B$

Здесь  $\mu_{jk} = E(Y_{ijk})$ ,  $P_1 + P_2 = 0$ ,  $T_A + T_B = 0$  и  $C_A + C_B = 0$ .

В перекрестных исследованиях такие элементы, как эффект переноса, эффект периода, эффект последовательности и взаимодействие между лечением и периодом должны быть оценены перед тестированием эффекта лечения. Даже если эффекты, отличные от эффекта лечения, были учтены и исключены на стадии планирования исследования, необходимо проверить эффект переноса или эффект периода прежде, чем анализировать эффект лечения. После проверки вышеупомянутых эффектов обычно проводится анализ эффекта лечения.

На этапе планирования перекрестного исследования важно разработать методы анализа, которые не будут слишком сложными и позволят эффектам, отличным от эффекта лечения, влиять на интерпретацию результатов [7–9]. Теперь подробнее рассмотрим различные эффекты в перекрестном исследовании.

*Лечебный эффект* (treatment effect) относится к прямому эффекту лечения, к которому относятся эффекты А и Б и  $T_{j,k}$  в уравнении [9].

*Эффект периода* (period effect) подразумевает, что эффект от одного и того же лечения, полученного в течение двух разных периодов, различен для каждого периода и соответствует  $P_j$  в уравнении. Поскольку первое и второе лечения неизбежно разделены по времени, эффект может проявиться в зависимости от времени его измерения, а не от самого лечения. В качестве примера можно привести заболевания, течение которых изменяется по прошествии времени (состояние при многих хронических заболеваниях, например, дегенеративных, со временем прогрессивно ухудшается, состояние пациентов при острых заболеваниях, наоборот, улучшается, а также существуют заболевания с циклическим течением). Следовательно, при сравнении значения, полученного путем вычитания 1-го периода из 2-го последовательности АБ со значением, полученным путем вычитания 1-го периода из 2-го последовательности БА, разницы быть не должно, если нет эффекта периода [5, 9].

*Эффект переноса* (carryover effect), который соответствует  $C_{j-1,k}$  в уравнении, относится к переносу эффекта предыдущего лечения или изменения, вызванного первым лечением, который продолжается до следующего периода и изменяет эффект следующего лечения [9].

Если эффект от 1-го периода лечения переносится на следующий, то это влияет на реакцию на последний период (эффект переноса). Если во 2-м периоде результаты лечения будут лучше, чем в 1-м, вероятен эффект переноса. В противоположном случае, когда состояние ухудшается на фоне лечения в последующем периоде или эффективность второго варианта лечения значительно ниже ожидаемой, то вероятен *обратный эффект* (rebound effect). Он также называется «эффект отскока» [10]. Вместо того чтобы определять отсутствие эффекта переноса с помощью статистических методов, лучше выбрать такой вариант перекрестного

дизайна, когда возможность эффекта переноса маловероятна с медицинской точки зрения или когда эффект может быть устранен в течение периода вымывания. Анализ взаимодействия лечения и периода используется для определения того, различаются ли два эффекта лечения в течение двух периодов, но трудно отличить эффект переноса от взаимодействия лечения и периода; поэтому эффект переноса и взаимодействие лечения и периода часто рассматриваются как идентичные. Однако в зависимости от того, какие параметры включены в дизайн перекрестного исследования, эффект переноса может быть встроен в параметры, отличные от взаимодействия лечения и периода. Другими словами, трудно проанализировать эффект переноса в упрощенной конструкции кроссовера  $2 \times 2$ . Следовательно, на стадии планирования исследования важно спроектировать его таким образом, чтобы не возникал эффект переноса. Опять же существует способ запланировать достаточную продолжительность периода вымывания пока эффект лечения точно не исчезнет. В случае исследования лекарственных средств период вымывания иногда устанавливается в 3-4 раза больше периода полувыведения препарата из плазмы крови [9].

*Эффект последовательности.* Тот факт, что испытуемые распределены на различные последовательности терапии, может повлиять на результаты [3, 9]. То есть при сравнении средних значений зависимых переменных в последовательностях АБ и БА не должно быть никакой разницы, если нет эффекта последовательности. Это позволяет предположить, что не будет эффекта последовательности при рандомизации на АБ или БА. Однако следует отметить, что это предположение не может быть проверено с помощью статистического анализа [8]. Хотя концепция использования пациентов в качестве собственного контроля очень привлекательна для биомедицинских исследователей, перекрестные исследования могут не быть предпочтительными из-за необходимости учета всех представленных выше эффектов, что отражается на статистическом анализе данных. Особенности статистических расчетов при проведении перекрестных исследований представлены в статьях S. Wellek и C. Y. Lim с соавт. [9, 11].

Таким образом можно выявить следующие преимущества и недостатки перекрестного типа исследований [3].

*Преимущества перекрестного дизайна исследования:*

- меньший объем выборки для достижения значимого эффекта (по сравнению с параллельным дизайном);
- увеличение статистической мощности;
- стоимость ниже;
- ошибки рандомизации влияют только на последовательность назначения препаратов;
- возможность избежать системных ошибок;
- снижается влияние конфаундеров, так как варианты терапии проверяются у одних и тех же участников исследования.

*Недостатки перекрестного дизайна исследования:*

- более длительный период наблюдения, включая период вымывания;
- за счет увеличения срока исследования возможно воздействие других факторов на результаты;
- не подходят для быстро меняющихся состояний и излечиваемых заболеваний;
- не подходят для изучения лекарств, которые приводят к длительной модификации состояния (например, вакцинация);
- не подходят для изучения лекарств с длительным периодом полувыведения;
- не подходят для изучения лекарств с выраженным эффектом отмены;
- методика выполнения сложна;
- более трудоемкий для врачей и пациентов;
- отсроченные эффекты, эффекты взаимодействия;
- требуют специального статистического анализа.

### **Исследование «случай–перекрест» (case-crossover design)**

Для понимания основ данного типа исследования обратимся к истории его создания. Исследование «случай–контроль» – это один из базовых видов исследований в эпидемиологии. При формировании выборки авторы набирают группу с изучаемыми исходами, а затем подбирают для этих случаев контрольную группу без зарегистрированных исходов и ретроспективно оценивают воздействие факторов риска. В когортном исследовании выборку участников (когорту) наблюдают проспектив-

но от момента воздействия факторов риска до развития исходов, что повышает уровень доказательности при изучении причинно-следственных связей. В то время как когортные исследования могут быть ограничены в оценке исходов редких заболеваний, исследования «случай–контроль» могут быть предвзятыми из-за ретроспективной оценки воздействия, подвергаются критике в связи с оценкой кумулятивного эффекта, сложностью разделения кратковременного воздействия от длительного, а также возможными проблемами при контроле конфаундеров [12].

В ответ на эти ограничения М. Maclure в 1991 г. предложил дизайн «случай–перекрест» как подтип исследования «случай–контроль» [13]. С этого момента данный тип исследований приобрел популярность и все чаще используется в медицинских исследованиях. Чтобы помочь клиницистам ознакомиться с этим дизайном и внедрять его в свою научную деятельность, разберем основные идеи, лежащие в основе дизайна «случай–перекрест».

Исследование «случай–перекрест» используют для изучения короткого воздействия факторов риска (триггеров) на развитие исходов с острым началом (заболеваний, травм или других состояний). Примерами могут служить воздействие кофе на риск возникновения инфаркта миокарда, изменение атмосферного давления на гипертонический криз, острый эмоциональный стресс на возникновение инсульта. Триггер можно рассматривать как заключительный шаг, ведущий от изменений к заболеванию или как конечную причину, приводящую восприимчивого человека к заболеванию. Понимание влияния триггеров заболевания может помочь в предотвращении развития исходов под их влиянием. Триггером может являться фактор, имеющий следующие определяющие характеристики: краткосрочные изменения в его воздействии, временные изменения в риске заболевания, влияние на заболевание с острым началом. При этом в исследованиях «случай–перекрест» отдельные люди сравниваются с самими собой в различные периоды времени (рис. 2), что аналогично подходам в перекрестном исследовании, в котором участники выступают контролями самих себя во время прохождения лечения и при получении плацебо. Аналогично исследованию «случай–контроль» в исследовании «случай–перекрест» необхо-

димо подобрать репрезентативные контроли к случаям. И если в исследованиях «случай–контроль» необходимо подобрать репрезентативных участников без изучаемого исхода, то в исследовании «случай–перекрест» необходимо выбрать интервалы времени, в которые можно было бы сравнить участников с самими собой (каждый участник является и «случаем», и «контролем») [14]. То есть, как и в исследовании «случай–контроль», планирование начинается с подбора случаев интересующих авторов исходов. Далее изучается интервал времени, непосредственно предшествующий этому исходу.

В зависимости от изучаемого фактора риска его влиянию могут периодически подвергаться все участники (изменение атмосферного давления), большая часть участников (потребление кофе) или только некоторые (острый эмоциональный стресс), при этом частота и продолжительность его воздействия могут быть различными. Поскольку эффект воздействия фактора является временным, то он определяет временной интервал, в течение которого риск события временно повышается. После этого временного промежутка риск возвращается к базовому уровню. Ключевой момент при планировании исследования «случай–перекрест» – это определение в течение какого периода времени до начала исхода воздействие фактора риска будет являться триггером. Его можно назвать временным окном для развития случая. Например, если мы считаем, что физическая активность может спровоцировать инфаркт миокарда в последующие 2 ч, то можно изучить период наблюдения, начинающийся за 2 ч до появления симптомов и заканчивающийся в момент их появления. Анализ чувствительности может быть запланирован для изучения продолжительности этого временного интервала (см. рис. 2). Участники 1–3 периодически подвергаются воздействию фактора, тогда как участник 4 не подвержен его влиянию вообще. Только у участника 2 событие происходит в пределах временного окна возможного эффекта изучаемого фактора риска, и он подвергся воздействию фактора в течение этого окна. Участник 1 подвергался воздействию фактора накануне исхода, которое случилось несколько раньше и не попало в изучаемое временное окно.

Затем выбирается одно или несколько контрольных окон, чтобы определить было ли событие ассоциировано с воздействием изучаемого

фактора во время окна наблюдения. Основным недостатком данного исследования является точность воспроизведения предыдущих воздействий. Если пациент вспомнит пил ли он кофе за пару часов до развития инфаркта миокарда, то факт употребления кофе в это же время два дня назад, а тем более неделю, достоверно воспроизвести будет проблематично.

Сравнение воздействия фактора на одного и того же участника в разные временные промежутки позволяет учесть все стабильные характеристики этого участника, в том числе и потенциальные конфаундеры. При желании можно учесть влияние времени возникновения исхода, например, запланировать сравнение с различными временными окнами в течение сезона, месяца или суток. Обычно временные окна для возникновения случая и контрольные имеют одинаковую продолжительность. Эффективным является выбор нескольких контроль-

ных временных окон для каждого конкретного случая. После этого необходимо сравнить вероятность воздействия фактора риска в течение временного окна с контрольными окнами. Как правило, это делается с помощью условной логистической регрессии (conditional logistic regression). Это связано с тем, что исследование «случай-перекрест» по методологии аналогично исследованию «случай-контроль» с подбором пар и, соответственно, основным статистическим показателем, который изучается, является отношение шансов.

При планировании исследования есть возможность изучения изменения влияния триггера при наличии других факторов риска. Например, рассматривая физическую активность и инфаркт миокарда, можно выдвинуть гипотезу о том, что наиболее вероятно возникновение инфаркта миокарда при физической активности у людей с гипертонией.

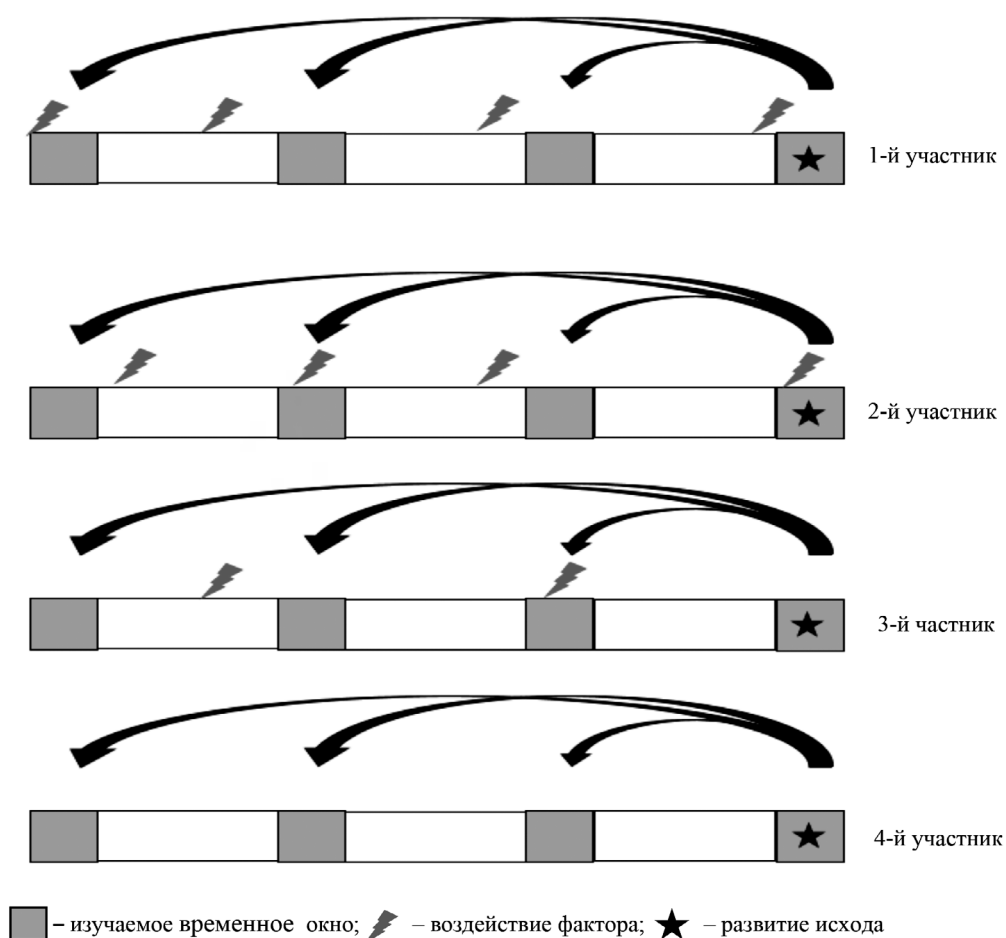


Рис. 2. Схема исследования «случай-перекрест»  
 Fig. 2. Case-crossover design.

Расчет объема выборки и особенности статистических расчетов для исследования «случай–перекрест» детально представлены в иностранной литературе [12, 15 – 17].

*Преимущества исследования «случай–перекрест»:*

- меньший объем выборки для достижения значимого эффекта;
- не требуется контрольная группа;
- увеличение статистической мощности;
- ниже стоимость;
- не требует периода наблюдения, так как все исходы уже произошли на момент начала исследования;
- возможность избежать системных ошибок;
- снижается влияние конфаундеров, случай и контроль – это одни и те же участники.

*Недостатки исследования «случай–перекрест»:*

- не подходят для хронических заболеваний;
- не подходят для оценки влияния факторов риска с длительным экспозиционным периодом;
- возможны автокорреляции;
- требуют специального статистического анализа.

Примером перекрестного исследования может служить исследование биоэквивалентности двух препаратов, проведенное С. Ну с соавт. [18]. Целью авторов было оценить биоэквивалентность, безопасность и переносимость таблеток Глюкофаж® немедленного высвобождения китайского производства (тестируемый препарат) по сравнению с препаратом французского производства (референсный или препарат сравнения) натоцак и после еды здоровыми добровольцами. Основные критерии включения: китайские мужчины и женщины в возрасте 18–55 лет с индексом массы тела 18–30 кг/м<sup>2</sup>, которые не курили (в течение последних 3 мес), имели хорошее физическое и психическое состояние здоровья, биохимические и гематологические анализы крови и мочи в пределах нормы или без клинически значимых отклонений, электрокардиограмму без признаков клинически значимой патологии и нормальные показатели жизнедеятельности.

Было организовано открытое рандомизированное перекрестное исследование с двумя пе-

риодами и двумя последовательностями (рис. 3). Испытуемые были случайным образом распределены для получения тестируемого продукта (одна таблетка 500 мг, произведенная в Китае) или эталонного продукта (одна таблетка 500 мг, произведенная во Франции). Первичной конечной точкой исследования была область под кривой в зависимости от времени концентрации препарата в плазме от нулевого момента до времени последнего взятия пробы (AUCt) и максимальной наблюдаемой концентрации (Cmax). Всего были обследованы 96 пациентов, 44 пациента случайным образом распределены на группы: группа натоцак ( $n = 26$ ) и группа после еды ( $n = 18$ ). Все 44 участника получили препарат, завершили исследование и были включены для анализа фармакокинетики и безопасности.

Средние значения AUCt и Cmax натоцак и после еды были сопоставимы между тестируемым и эталонным препаратами. Балльные оценки для обоих параметров были близки к 100 %, а соответствующие интервалы 90 % значимости находились в пределах указанной границы биоэквивалентности 80–125 %. Ни в одной из групп лечения не было побочных эффектов, связанных с гипогликемией, а также тяжелых нежелательных явлений. Таким образом, биоэквивалентность между тестируемым и эталонным препаратами была продемонстрирована в условиях натоцак и после еды, оба препарата были безопасны и хорошо переносились.

В клинических испытаниях в онкологии термином «кроссовер» обычно описывают схемы исследований, которые позволяют пациентам из контрольной группы переходить в интервенционную и получать исследуемый препарат после наступления predeterminedного в исследовании события (например, после прогрессирования заболевания либо после демонстрации клинического превосходства исследуемого препарата) [19]. Такие конструкции часто используют для соблюдения этических норм и максимального увеличения числа пациентов, имеющих доступ к исследуемому препарату [20]. Более того, они облегчают набор участников [21], поскольку пациенты могут быть более склонны участвовать в исследовании, в котором им гарантировано получение данного экспериментального лечения в какой-то момент времени. Это особенно значимо, когда данные ранних стадий исследования препарата свидетель-

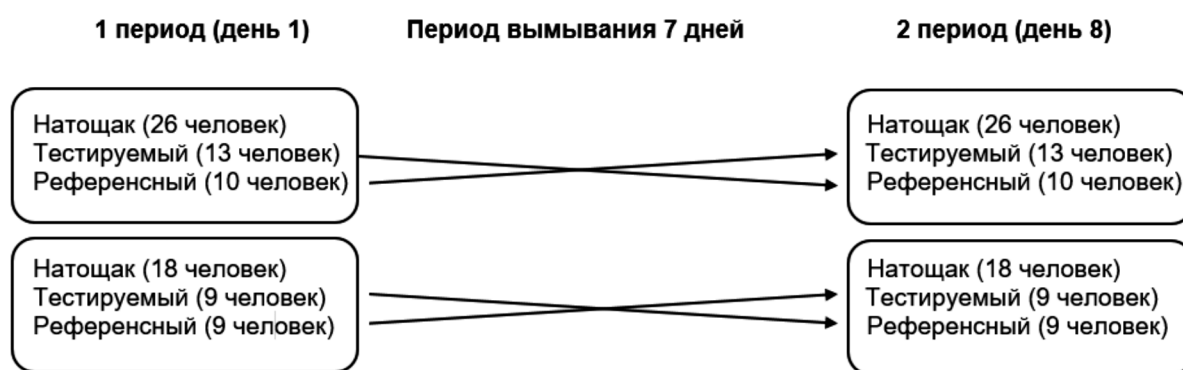


Рис. 3. Схема исследования биоэквивалентности препаратов Глюкофаж® китайского и французского производства

Fig. 3. Study design for bioequivalence assessment of Glucophage® manufactured in China and in France

ствуют о его существенном лечебном эффекте. Однако использование перекрестного дизайна сопряжено с рядом недостатков, главный из которых – это уменьшение различий между группами вмешательства и контроля по долгосрочным конечным точкам исследования, таким как общая выживаемость [19, 21]. Это очень важное последствие, которое может повлиять на способность исследования ответить на основной клинический вопрос [22]. Результаты имитационного исследования продемонстрировали, что при частоте перекреста более 50 % участников из контрольной группы в интервенционную, вероятность обнаружения различий в общей выживаемости снижается вплоть до значения 90 % [22, 23]. При этом влияние на общую выживаемость по-прежнему считается наиболее убедительным результатом клинических испытаний в онкологии [23].

Можно рассмотреть статью S. M. Swain с соавт. [24], в которой представлено исследование эффективности пертузумаба, трастузумаба и доцетаксела при HER2-положительном метастатическом раке молочной железы в качестве примера использования перекрестной модели в онкологии. Авторы случайным образом распределили пациентов с метастатическим раком молочной железы, которые ранее не получали химиотерапию или анти-HER2-терапию по поводу своего метастатического заболевания, на получение комбинации пертузумаба или плацебо. Медиана наблюдения составила 49,5 мес (диапазон от 0 до 70) в группе пертузумаба и 50,6 мес (диапазон от 0 до 69) в контрольной группе. Были оценены первичные конечные точки: выживаемость без прогрессирования

заболевания и доля ответивших на терапию. После анализа первичных конечных точек и промежуточного анализа общей выживаемости исследователи были проинформированы о подключении перекрестной модели. В общей сложности 48 (11,8%) из 406 пациентов контрольной группы перешли на прием пертузумаба. Вторичные конечные точки включали общую выживаемость (время от рандомизации до смерти от любой причины), выживаемость без прогрессирования заболевания и безопасность. Вторичные конечные точки были оценены после проведения перекреста. Был использован логарифмический ранговый тест для сравнения общей выживаемости между двумя группами лечения со стратификацией в соответствии со статусом адъювантной или неадъювантной химиотерапии и географическим регионом. Для оценки медиан использовали анализ Каплана–Майера. Для оценки отношений рисков (ОР или hazard ratios) и 95 % доверительных интервалов (ДИ или confidence intervals (Cis) с теми же коэффициентами стратификации использовали модель пропорциональных рисков Кокса. Анализ чувствительности был скорректирован для пациентов, которые перешли с плацебо на пертузумаб после промежуточного анализа.

Медиана общей выживаемости составила 56,5 мес (95 % ДИ 49,3–до недостигнутого) в группе, получавшей комбинацию пертузумаба, по сравнению с 40,8 мес (95 % ДИ 35,8–48,3) в группе, получавшей комбинацию плацебо (отношение рисков в пользу группы пертузумаба 0,68; 95% ДИ от 0,56 до 0,84;  $p < 0,001$ ), разница составила 15,7 мес. Этот анализ не был скорректирован с учетом перехода пациентов в группу

пертузумаба и поэтому является консервативным. Результаты анализа чувствительности после корректировки на перекрест были также проанализированы. Медиана выживаемости без прогрессирования, по данным исследователей, улучшилась на 6,3 мес в группе пертузумаба (отношение рисков 0,68; 95% ДИ 0,58–0,80). Большинство побочных эффектов наблюдали при приеме доцетаксела в двух группах при сохранении долгосрочной безопасности со стороны сердечно-сосудистой системы.

В качестве примера исследования «случай–перекрест» можно привести работу N. Auger с соавт. [25]. Целью исследования было изучение риска инфаркта миокарда при праздновании Дня святого Валентина. Хотя это исследование было первым, в котором оценивали связь между Днем святого Валентина и риском инфаркта миокарда, есть данные, позволяющие предположить, что и другие праздники могут быть связаны с сердечно-сосудистыми рисками. Исследование 283 014 пациентов в Швеции показало, что частота инфаркта миокарда была повышена во время Рождества, Нового года и Праздника середины лета [26]. Для достижения цели авторами было проведено перекрестное исследование 51 450 взрослых (31 505 мужчин и 19 945 женщин) с диагнозом инфаркт миокарда, зарегистрированным в феврале 1989 – 2019 гг. в Квебеке, Канада. Авторы идентифицировали все госпитализации по поводу острого инфаркта миокарда на основе данных реестров пациентов в больницах с использованием диагностических кодов в Международной классификации болезней (МКБ; МКБ-9 410; МКБ-10 I21 – I22). Исследования «случай–перекрест» подходят для изучения краткосрочного воздействия, например, День святого Валентина и острых исходов (в данном случае – инфаркт миокарда). В исследовании «случай–перекрест» день события (инфаркта миокарда) сопоставляли с другими близлежащими днями, и характеристики дней, когда событие произошло, сравнивали с характеристиками контрольных дней. В данном исследовании дни события были датой поступления в больницу по поводу острого инфаркта миокарда. Авторами определены все дни обращения по поводу инфаркта миокарда в феврале между 1989 и 2019 гг. Исследовалось влияние Дня святого Валентина (14 февраля), а также период за 2 дня до (12 и 13 февраля) и после (15 и 16 февраля) Дня святого Валентина.

Основными днями воздействия считали 13, 14 и 15 февраля, когда, возможно, было празднование Дня святого Валентина. Авторы включили для сравнения 12 и 16 февраля, поскольку День святого Валентина не должен влиять на риск инфаркта миокарда в эти дни. В период, когда были зафиксированы случаи, люди могли праздновать или не праздновать День святого Валентина. Аналогично ситуация могла быть зафиксирована в контрольные дни. Авторы сопоставили каждый день наблюдения с 3–4 контрольными днями такого же дня недели февраля в каждом календарном году. Например, событие 14 февраля (день воздействия) сопоставляли с контрольными днями 7, 21 и 28 февраля того же года. Таким образом, случаи, отражающие дни, когда произошел инфаркт миокарда, совпадали с ближайшими контрольными днями, когда инфаркт миокарда не произошел. Авторы оценили отношения шансов (ORs, ОШ) и 95 % ДИ (CIs) с использованием условной логистической регрессии, сравнив шансы воздействия в дни наблюдения (12–16 февраля) с шансами в контрольные дни. Анализ был стратифицирован по возрасту и полу. Поскольку пациенты являлись контролями самих себя, то учитывали конфаундеры образа жизни, такие как, например, курение.

По сравнению с другими днями (см. таблицу), день Святого Валентина был связан с более низкими шансами инфаркта миокарда на следующий день у мужчин: ОШ 0,91 (95 % ДИ 0,85–0,98), но не у женщин или в выборке в целом и женщин вместе взятых: ОШ 1,02 (95 % ДИ 0,94–1,10) и ОШ 0,95 (95 % ДИ 0,91–1,01) соответственно. Авторами сделан вывод, что празднование Дня святого Валентина может потенциально оказывать защитное, а не провоцирующее влияние на развитие инфаркта миокарда, так как риск инфаркта миокарда у мужчин был ниже на следующий день после празднования.

В качестве второго примера предлагаем читателям самостоятельно познакомиться с весьма элегантно спланированным исследованием D. A. Redelmeier с соавт., в котором они отразили четырехкратное повышение риска возникновения дорожно-транспортных происшествий при разговорах по сотовому телефону во время вождения [27].

Таким образом, в статье представлены особенности двух видов исследований – иссле-

Таблица

## Ассоциации Дня святого Валентина с инфарктом миокарда, Квебек, 1989–2019 гг. [26]\*

Table

## Valentine's Day Associations with Myocardial Infarction, Quebec, 1989-2019 [26]\*

Дата в феврале	Всего			Мужчины			Женщины		
	Случай	OR (95 % CI)	p	Случай	OR (95% CI)	p	Случай	OR (95% CI)	p
12	1846	1,03 (0,98–1,09)	0,25	1120	1,03 (0,96–1,10)	0,42	726	1,04 (0,95–1,13)	0,39
13	1836	1,03 (0,97–1,08)	0,32	1155	1,05 (0,98–1,12)	0,20	681	1,00 (0,92–1,09)	0,97
14 (День Св, Валентина)	1806	1,03 (0,98–1,09)	0,21	1132	1,06 (0,99–1,13)	0,12	674	1,00 (0,92–1,09)	0,98
15	1815	0,95 (0,91–1,01)	0,08	1069	0,91 (0,85–0,98)	0,01	746	1,02 (0,94–1,10)	0,70
16	1839	0,97 (0,92–1,03)	0,97	1139	0,99 (0,93–1,06)	0,75	700	0,95 (0,87–1,04)	0,25

*Примечание:* CI (confidence interval) – доверительный интервал; OR (odds ratio) – отношения шансов; p – статистическая значимость. \* – Дни воздействия (экспонированные) сравниваются с неэкспонированными днями. Например, 12 февраля (экспонированный) сравнивается с 5, 19 и 26 февраля (неэкспонированные).

*Note:* CI (confidence interval) – confidence interval; OR (odds ratio) – odds ratio; p – statistical significance. \* – Exposure days (exposed) are compared with non-exposed days. For example, February 12 (exposed) is compared to February 5, 19 and 26 (unexposed).

дование перекреста и «случай–перекрест». Данные исследования нечасто встречаются в отечественной науке, однако они имеют ряд преимуществ, которые могут быть успешно использованы при планировании научных исследований.

**Сведения об авторах:**

*Холматова Камилла Кахромонжоновна* – кандидат медицинских наук, доцент кафедры госпитальной терапии и эндокринологии, Северный государственный медицинский университет; 163069, г. Архангельск, Троицкий проспект, д. 51; ORCID: 0000-0002-5240-6470; e-mail: kkhohmatova@mail.ru

*Горбатова Мария Александровна* – кандидат медицинских наук, магистр общественного здоровья, доцент кафедры стоматологии детского возраста, Северный государственный медицинский университет; 163069, г. Архангельск, Троицкий проспект, д. 51; ORCID: 0000-0002-6363-9595; e-mail: marigora@mail.ru

*Харькова Ольга Александровна* – кандидат медицинских наук, доцент кафедры педагогики и психологии, Северный государственный медицинский университет; 163069, г. Архангельск, Троицкий проспект, д. 51; ORCID: 0009-0002-3130-2920; e-mail: harkovaolga@yandex.ru

*Гржибовский Андрей Мечиславович* – доктор медицинских наук, начальник управления по научно-инновационной работе Северный государственный медицинский университет; 163069, г. Архангельск, Троицкий проспект, д. 51; ORCID: 0000-0002-5464-0498; SPIN: 5118-0081; e-mail: A.Grjibovski@yandex.ru

**Information about the authors:**

*Kamila K. Kholmatova* – Cand. of Sci. (Med.), Associate professor at the Department of Internal Medicine and Endocrinology, Northern State Medical University; 163069, Arkhangelsk, Troitsky Av., 51; ORCID: 0000-0002-5240-6470; e-mail: kkhohmatova@mail.ru

*Maria A. Gorbatova* – Cand. of Sci. (Med.), MPH, Associate professor at the Department of Pediatric Dentistry, Northern State Medical University; 163069, Arkhangelsk, Troitsky Av., 51; ORCID: 0000-0002-6363-9595; e-mail: marigora@mail.ru

*Olga A. Kharkova* – Cand. of Sci. (Med.), Associate professor at the Department of Pedagogics and Psychology, Northern State Medical University; Russia, 163069, Arkhangelsk, Troitsky Av., 51; ORCID: 0009-0002-3130-2920; e-mail: harkovaolga@yandex.ru

*Andrej M. Grjibovski* – Dr of Sci. (Med.), Master of International Community Health, Head of the Directorate for Research and Innovations, Northern State Medical University; 163069, Arkhangelsk, Troitskiy Av., 51; ORCID: 0000-0002-5464-0498; SPIN: 5118-0081; e-mail: A.Grjibovski@yandex.ru

**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).



**Authors' contributions.** All authors meet the ICMJE authorship criteria: all authors significantly contributed to concept and design, performed the research and drafted the manuscript. All authors approved the final version of the paper.

**Потенциальный конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Disclosure of conflicts of interest.** The authors declare that they have no competing interests.

**Финансирование.** Авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

**Funding.** No author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

Поступила/Received: 01.05.2023

Принята к печати/Accepted: 15.05.2024

Опубликована/Published: 30.06.2024

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Холматова К. К., Харьковская О. А., Горбатова М. А., Гржибовский А. М. Гибридные исследования в медицине и здравоохранении // *Морская медицина*. 2022. Т. 8, No. 3. С. 105–117 [Khomatova K. K., Kharkova O. A., Gorbatova M. A., Grjibovski A. M. Hybrid studies in medicine and public health. *Marine Medicine*, 2022, Vol. 8, No. 3, pp. 105–117 (In Russ.)]. doi: 10.22328/2413-5747-2022-8-3-105-117.
2. Piantadosi S. Crossover Designs. In: Piantadosi Steven. *Clinical Trials: A Methodologic Perspective*. 2nd ed. Hoboken N. J.: John Wiley and Sons Inc, 2005. ISBN: 978-0-471-74013-1.
3. *Качественная клиническая практика с основами доказательной медицины. Учебное пособие для системы послевузовского и дополнительного профессионального образования врачей*. Под ред. Р. Г. Оганова. М.: СилицияПолиграф; 2011. 136 с. [Good clinical practice with basics of evidence-based medicine. Textbook for the postgraduate and additional professional education of physicians. Edited by R. G. Oganov. Moscow: SilitseaPoligraf; 2011, 136 p. (In Russ.)].
4. Sibbald B., Roberts C. Understanding controlled trials. Crossover trials. *BMJ*, 1998, Vol. 316, P. 1719. doi: 10.1136/bmj.316.7146.1719.
5. Wang T., Malone J., Fu H., Heilmann C., Qu Y., Huster W. J. Crossover design and its application in late-phase diabetes studies. *J Diabetes*, 2016, Vol. 8, No. 5, pp. 610–618. doi: 10.1111/1753-0407.12412.
6. Li B., Zhou Z., Zhang L., Yang Y. Testing treatment-by-period interaction in four-period crossover trials. *Pharm Stat*, 2020, Vol. 19, No. 2, pp. 145–163. doi: 10.1002/pst.1975.
7. Senn S. *Cross-over trials in clinical research*. 2nd ed. West Sussex, John Wiley & Sons. 2002, pp 35–88. ISBN: 978-0-471-49653-3.
8. Ratkowsky D., Evans M., Alldredge J. *Cross-over experiments*. Boca Raton, CRC Press. 2019, pp 77–120. eBook ISBN: 9780367813208.
9. Lim C.Y., In J. Considerations for crossover design in clinical study. *Korean J Anesthesiol*, 2021, Vol. 74, No. 4, pp. 293–299. doi: 10.4097/kja.21165.
10. Cleophas T. J. A simple method for the estimation of interaction bias in crossover studies. *J Clin Pharmacol*, 1990, Vol. 30, No. 11, pp. 1036–1040. doi: 10.1002/j.1552-4604.1990.tb03591.x.
11. Wellek S., Blettner M. On the proper use of the crossover design in clinical trials: part 18 of a series on evaluation of scientific publications. *Dtsch Arztebl Int*, 2012, Vol. 109, No. 15, pp. 276–281. doi: 10.3238/arztebl.2012.0276.
12. Zhang Z. Case-crossover design and its implementation in R. *Ann Transl Med*, 2016, Vol. 4, No. 18, pp. 341. doi: 10.21037/atm.2016.05.42.
13. Maclure M. The case-crossover design: a method for studying transient effects on the risk of acute events. *Am J Epidemiol*, 1991, Vol. 133, No. 2, pp. 144–153. doi: 10.1093/oxfordjournals.aje.a115853.
14. Consiglio G. P., Burden A. M., Maclure M., McCarthy L., Cadarette S. M. Case-crossover study design in pharmacoepidemiology: systematic review and recommendations. *Pharmacoepidemiol Drug Saf*, 2013, Vol. 22, No. 11, pp. 1146–1153. doi: 10.1002/pds.3508.
15. Dharmarajan S., Lee J.Y., Izem R. Sample size estimation for case-crossover studies. *Stat Med*, 2019, Vol. 38, No. 6, pp. 956–968. doi: 10.1002/sim.8030.
16. Szyszkowicz M. Case-Crossover Method with a Short Time-Window. *Int J Environ Res Public Health*, 2019, Vol. 17, No. 1, P. 202. doi: 10.3390/ijerph17010202.
17. Wang X., Wang S., Kindziarski W. Eliminating systematic bias from case-crossover designs. *Stat Methods Med Res*, 2019, Vol. 28, No. 10–11, pp. 3100–3111. doi: 10.1177/0962280218797145.
18. Hu C., Gao D., Li D., Zhou D., Zhang L. Chinese- and French-Manufactured Immediate-Release Glucophage® Bioequivalence: A Randomized, Open-Label, Crossover Study. *Drugs R D.*, 2022, Vol. 22, No. 4, pp. 301–309. doi: 10.1007/s40268-022-00405-3.
19. Ishak K. J., Proskorovsky I., Korytowsky B., Sandin R., Faivre S., Valle J. Methods for Adjusting for Bias Due to Crossover in Oncology Trials. *Pharmaco Economics*, 2004, Vol. 32, pp. 533–546. doi: 10.1007/s40273-014-0145-y.
20. Prasad V., Grady C. The misguided ethics of crossover trials. *Contemp Clin Trials*, 2014, Vol. 37, No. 2, pp. 167–169. doi: 10.1016/j.cct.2013.12.003.
21. Latimer N. R., Abrams K. R., Lambert P. C., Crowther M. J., Wailoo A. J., Morden J. P., Akehurst R. L., Campbell M. Adjusting survival time estimates to account for treatment switching in randomized controlled trials—an economic evaluation context: methods, limitations, and recommendations. *Med Decis Making*, 2014, Vol. 34, No. 3, pp. 387–402. doi: 10.1177/0272989X13520192.

22. Jönsson L., Sandin R., Ekman M., Ramsberg J., Charbonneau C., Huang X., Jönsson B., Weinstein M.C., Drummond M. Analyzing overall survival in randomized controlled trials with crossover and implications for economic evaluation. *Value Health*, 2014, Vol. 17, No. 6, pp. 707–713. doi: 10.1016/j.jval.2014.06.006.
23. Isbary G., Staab T. R., Amelung V. E., Dintsios C. M., Iking-Konert C., Nesurini S. M., Walter M., Ruof J. Effect of Crossover in Oncology Clinical Trials on Evidence Levels in Early Benefit Assessment in Germany. *Value Health*, 2018, Vol. 21, No. 6, pp. 698–706. doi: 10.1016/j.jval.2017.09.010.
24. Swain S. M., Baselga J., Kim S. B., Ro J., Semiglazov V., Campone M., Ciruelos E., Ferrero J. M., Schneeweiss A., Heeson S., Clark E., Ross G., Benyunes M. C., Cortés J. CLEOPATRA Study Group. Pertuzumab, trastuzumab, and docetaxel in HER2-positive metastatic breast cancer. *N Engl J Med*, 2015, Vol. 372, No. 8, pp. 724–734. doi: 10.1056/NEJMoa1413513.
25. Auger N., Bilodeau-Bertrand M., Ayoub A., Potter B.J. Matters of the Heart: Case-Crossover Analysis of Myocardial Infarction on Valentine’s Day. *CJC Open*, 2021, Vol. 3, No. 8, pp. 1075–1078. doi: 10.1016/j.cjco.2021.03.013.
26. Mohammad M. A., Karlsson S., Haddad J., Cederberg B., Jernberg T., Lindahl B., Fröbert O., Koul S., Erlinge D. Christmas, national holidays, sport events, and time factors as triggers of acute myocardial infarction: SWEDEHEART observational study 1998–2013. *BMJ*, 2018, Vol. 363, k4811. doi: 10.1136/bmj.k4811.
27. Redelmeier D. A., Tibshirani R. J. Association between cellular-telephone calls and motor vehicle collisions. *N Engl J Med*, 1997, Vol. 336, No. 7, pp. 453–458. doi: 10.1056/NEJM199702133360701.

## ВОЗДУШНАЯ ЭМБОЛИЯ. ПРЕРОГАТИВА ВОДОЛАЗНОГО ВРАЧА, МЕДИЦИНСКАЯ КАЗУИСТИКА ИЛИ ПРОБЛЕМА, КОТОРОЙ «НЕ СУЩЕСТВУЕТ»?

<sup>1</sup>А. Т. Логунов\*, <sup>2</sup>И. Г. Мосягин, <sup>2</sup>А. В. Строй, <sup>3</sup>Н. Б. Павлов, <sup>3</sup>Р. Р. Амиров,

<sup>4</sup>В. А. Паликов, <sup>4</sup>А. Н. Мурашёв, <sup>5</sup>Т. Е. Кузнецова, <sup>3</sup>В. М. Баранов

<sup>1</sup> Специальное конструкторское бюро экспериментального оборудования при Институте медико-биологических проблем РАН, Химки, Россия

<sup>2</sup> Главное командование Военно-Морского Флота Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия

<sup>4</sup> Филиал Института биоорганической химии им. академиков М. М. Шемякина и Ю. А. Овчинникова, Пущино, Россия

<sup>5</sup> Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н. И. Пирогова, Москва, Россия

**ЦЕЛЬ.** Сместить фокус внимания практических врачей на патогенетическую роль внутрисосудистых газовых пузырей, вероятность возникновения которых велика при ранениях легкого, полых вен и венозных синусов головного мозга, а также при перепадах давления, имеющих место при воздействии на организм фронта ударной взрывной волны.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** Проведен анализ литературы, опубликованной в период с 1957 года по настоящее время и находящейся в открытом доступе в Государственной центральной научной медицинской библиотеке, Научной электронной библиотеке «КиберЛенинка», Научной библиотеке ИМБП РАН, электронных базах данных РИНЦ и PubMed. Ключевые слова для поиска: воздушная эмболия, минно-взрывная травма. Проанализировано 58 статей.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** Воздушная эмболия чаще всего ассоциируется только с водолазной медициной. Тем не менее в хирургической практике, военной медицине и клинике внутренних болезней встречаются тяжелые (и фатальные) проявления газовых пузырьков в сосудистом русле и это нельзя игнорировать. Учитывая, что при взрывных травмах, ряде нейрохирургических, травматологических операций, в анестезиологической практике, при применении ИВЛ, в других областях медицины, нередко ситуации, при которых создаются условия для появления свободного газа в системном кровотоке, методы баротерапии могут быть востребованы значительно чаще, чем при возникновении декомпрессионных заболеваний. Гипербарическая физиология и водолазная медицина занимаются обеспечением функций организма в измененной газовой среде и комплексом мероприятий по недопущению критического состояния при выходе из нее. Также прерогативой этой области знаний является использование в лечебном процессе физических свойств измененной дыхательной газовой среды при различных давлении, температуре и сочетании компонентов.

**ОБСУЖДЕНИЕ.** По мнению авторов обзора, необходимо работать в направлении расширения представлений практических врачей (в первую очередь хирургов и анестезиологов-реаниматологов) о газовых эмболиях и методах баротерапии, расширяющих область хирургии, анестезиологии и реаниматологии, гипербарической физиологии и водолазной медицины для лечения газовых эмболий различной этиологии.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** морская медицина, газовая эмболия, воздушная эмболия, геофарм, взрывная травма, airtrash, баротерапия

\*Для корреспонденции: Логунов Алексей Тимофеевич, e-mail: [skb-imbp@bk.ru](mailto:skb-imbp@bk.ru)

\*For correspondence: Alexey T. Logunov, e-mail: [skb-imbp@bk.ru](mailto:skb-imbp@bk.ru)

---

© Авторы, 2024. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Научно-исследовательский институт промышленной и морской медицины федерального медико-биологического агентства». 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 цитирования:** Логунов А. Т., Мосягин И. Г., Строй А. В., Павлов Н. Б., Амиров Р. Р., Паликов В. А., Мурашев А. Н., Кузнецова Т. Е., Баранов В. М. Воздушная эмболия. прерогатива водолазного врача, медицинская казуистика или проблема, которой «не существует»? // *Морская медицина*. 2024. Т. 10, № 2. С. 58–68, doi: <http://doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-2-58-68>; EDN: <https://elibrary.ru/TRRLCJ>

**For citation:** Logunov A. T., Mosyagin I. G., Stroy A. V., Pavlov N. B., Amirov R. R., Palikov V. A., Murashev A. N., Kuznetsova T. E., Baranov V. M. Air embolism. prerogative of diving physician, medical casuistry or problem that “does not exist”?. // *Marine medicine*. 2024. Vol. 10, No. 2. pp. 58–68, doi: <http://doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-2-58-68>; EDN: <https://elibrary.ru/TRRLCJ>

## AIR EMBOLISM. PREROGATIVE OF DIVING PHYSICIAN, MEDICAL CASUISTRY OR PROBLEM THAT “DOES NOT EXIST”?

<sup>1</sup> Alexey T. Logunov\*, <sup>2</sup> Igor G. Mosyagin, <sup>2</sup> Alexey V. Stroy, <sup>3</sup> Nikolay B. Pavlov, <sup>3</sup> Rustam R. Amirov, <sup>4</sup> Viktor A. Palikov, <sup>4</sup> Arkady N. Murashev, <sup>5</sup> Tatyana A. Kuznetsova, <sup>3</sup> Viktor M. Baranov

<sup>1</sup>Central Design Engineering Bureau of Experimental Equipment Institute of Medico-Biological Problems of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

<sup>2</sup>High command of the Navy of the Ministry of Defense of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia

<sup>3</sup>State Scientific Center of the Russian Federation – Institute of Medico-Biological Problems of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

<sup>4</sup>The Branch of the M. M. Shemyakin and Yu. A. Ovchinnikov Institute of Bioorganic Chemistry of the Russian Academy of Sciences, Pushchino, Russia

<sup>5</sup>Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

**OBJECTIVE.** To shift the focus of practitioners' attention to pathogenetic role of intravascular gas bubbles, which likelihood is high with wounded kidney, hollow veins and venous sinuses of the brain as well as with pressure drops, occurring in case of shockwaves, exposed to the body.

**MATERIALS AND METHODS.** There was analysis of literature, published from 1957 to the present and being in the public domain in the State Central Scientific Medical Library, Scientific Electronic Library “CyberLeninka”, Scientific Library of IMBP RAS, electronic databases of RSCI and PubMed. Search keywords: air embolism, mine-blast trauma. 58 articles have been analyzed.

**RESULTS.** Air embolism is often associated with diving medicine only. Nevertheless, there are severe (and fatal) manifestations of gas bubbles in the vascular bed in surgical practice, military medicine and clinic of internal diseases, and this cannot be ignored. Given that in blast trauma, in a number of neurosurgical, trauma operations, in anesthetic practice, in the use of AVL, and in other areas of medicine there are often situations, creating conditions for the emergence of free gas in the systemic circulation, methods of barotherapy may be demanded much more frequently than in decompression sickness. Hyperbaric physiology and diving medicine are engaged in ensuring functions of the body in a changed gaseous medium and in providing a set of measures to prevent critical states while leaving it. Also, the prerogative in this field is to use the physical properties of a changed respiratory gaseous medium under different pressure, temperature and combination of components in the treatment process.

**DISCUSSION.** According to the authors of the review, it is essential to work towards developing practitioners' knowledge (especially, surgeons, anesthesiologists and resuscitators) of gas embolism and methods of barotherapy, expanding the area of surgery, anesthesiology and resuscitation, hyperbaric physiology and diving medicine to treat gas embolism of various etiologies.

**KEYWORDS:** marine medicine, gas embolism, air embolism, geofarm, blast trauma, airtrash, barotherapy

**Введение.** В июне 2022 г., во время визита в Специальное конструкторское бюро экспериментального оборудования при Институте медико-биологических проблем (ЗАО СКБ ЭО при ИМБП) РАН представитель военно-промышленной комиссии обратился к авторам статьи с просьбой направить максимум усилий коллектива на оказание медицинской помощи участникам специальной военной операции на

Украине и применить имеющиеся наработки для снижения санитарных потерь в ходе боевых действий. Институт медико-биологических проблем, помимо основной космической тематики, является центром компетенции по гипербарической физиологии и водолазной медицине. ЗАО СКБ ЭО при ИМБП РАН – это коллектив, который не только обеспечивает экспериментальные и лечебные работы на глубоководном

барокомплексе «ГВК-250» и в других подразделениях ИМБП, но и уникальное предприятие, создавшее и оснастившее структуры Военно-Морского Флота (ВМФ) РФ всеми элементами системы спасения водолазного состава при декомпрессионных заболеваниях и баротравмах. Здесь же при научно-практическом сотрудничестве с СКБ создан первый аппарат «Геофарм», предназначенный для выведения из гипотермии моряков, покидающих аварийный обитаемый подводный аппарат. В аппарате, прошедшем Государственные испытания к исходу 1997 г., использовалась подогреваемая дыхательная газовая смесь медицинского кислорода и гелия высокой чистоты [1].

Обсуждая летом 2022 г. поставленную задачу, авторы статьи заострили внимание на двух моментах. Первый: еще на заре создания «Геофарма» Б. Н. Павловым высказывались предположения, что подогреваемая кислородно-гелиевая смесь (в противоположность, например, закиси азота) будет способствовать не только согреванию ядра тела, но и нивелирует следствие возможной аварийной декомпрессии – газовые пузырьки в кровеносном русле. Второй: проблемы газовых эмболий распространяются далеко за пределы специфических водолазных заболеваний. Их возникновение, в частности, вероятно, при воздействии на организм фронта взрывной волны, в доказательство чего нами была немедленно извлечена с полки работа А.А. Найденова, выполненная в Санкт-Петербургской Военно-медицинской академии им С. М. Кирова [2], где приводятся убедительные доказательства большой роли артериальной газовой эмболии в патогенезе минно-взрывной травмы.

За истекшие со времени той программной беседы в кабинете генерального директора СКБ ЭО почти два года авторы статьи экспериментально доказали, что подогреваемая газовая смесь на основе кислорода и гелия, которую, в память о первом аппарате, они назвали «Геофарм», способна нивелировать внутрисосудистые пузыри как *in vitro*, так и в модельных экспериментах на животных. С использованием полученных экспериментальных данных и обширного собственного опыта, накопленного во время лечения COVID-19 [3–6], авторы создали временные методические рекомендации применительно к ситуации минно-взрывной травмы, которые утверждены начальником Главного военно-медицинского управления

Министерства обороны Российской Федерации (ГВМУ МО РФ) 10 июля 2023 г. [7]. Были отработаны методики применения технических средств в условиях, приближенных к реальным, получены положительные результаты лечения раненых на базе одного из центральных военных госпиталей. Казалось бы, – относительно простая, безопасная и, главное, единственно эффективная при газовой эмболии методика должна была быстро занять свое место в лечебно-реабилитационной программе при взрывной травме. Препятствием оказалось то, что диагноз артериальной газовой эмболии при повреждениях, связанных с воздействием взрывной волны, не устанавливается, в медицинской документации не фигурирует, многими хирургами этот фактор не принимается во внимание, а специалисты склонны относить всю эту проблематику к категории исключительно декомпрессионных расстройств у водолазов.

**Материал и методы.** Авторами проведен анализ литературы, опубликованной в период с 1957 г. по настоящее время и находящейся в открытом доступе в Государственной центральной научной медицинской библиотеке, Научной электронной библиотеке «КиберЛенинка», Научной библиотеке ИМБП РАН, электронных базах данных РИНЦ и PubMed. Ключевые слова для поиска: воздушная эмболия, минно-взрывная травма. Проанализировано 58 статей.

**Целью** данного обзора является попытка сместить фокус внимания практических врачей на патогенетическую роль внутрисосудистых газовых пузырей, вероятность возникновения которых велика при ранениях легкого, полых вен и венозных синусов головного мозга, а также при перепадах давления, возникающих при воздействии на организм фронта ударной взрывной волны.

**Результаты.** Настоящей опорой в нашем интеллектуальном поиске, предпринятом для достижения поставленной цели, явилось знакомство с книгой В. В. Сороки «Взрывная травма. Что делать?» [8]. Эта книга потомственного опытного военного хирурга насыщена практическим и научным материалом и, на наш взгляд, наряду с бессмертным трудом Н. М. Амосова и воспоминаниями Б. В. Петровского, «Очерками..» Б. Е. Вотчала и фундаментальными трудами В. Ф. Войно-Ясенецкого и С. С. Юдина, служит не только ценным научно-практическим материалом для врачей и ученых, но и способна вдохнов-

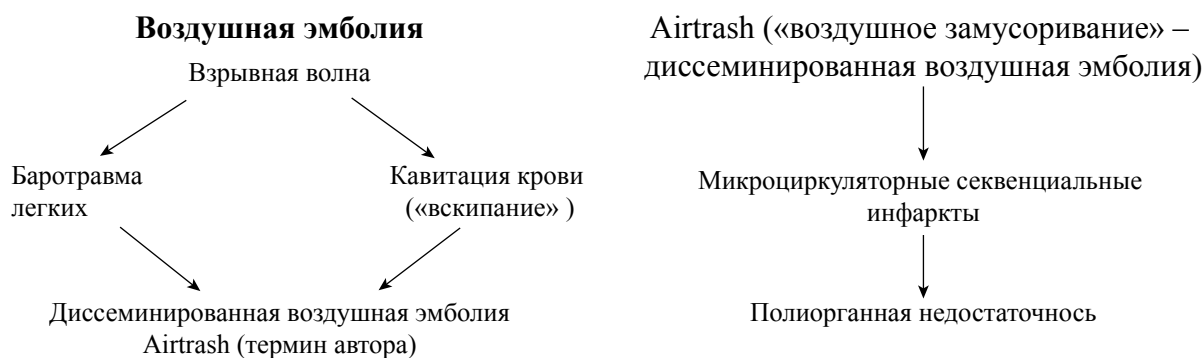
лять молодых людей посвятить свою жизнь Медицине и Родине, Любви и Правде! Пользуясь великодушием автора, сравнивающего знания с парашютом, который работает хорошо, когда открыт, и разрешившего своим читателям свободно публиковать любые материалы, представленные в книге, приведем дословно доводы В. В. Сороки относительно патогенетической роли газовой эмболии при взрывной травме: «NB! – отмечает автор, – ведущим синдромом взрывной травмы следует признать диссеминированную воздушную эмболию – массивный системный AIRTRASH, «замусоривание» артериол и мелких артерий системного кровотока и легочного кровотока пузырьками воздуха (аналог острой формы кессонной болезни)» (рис.).

Далее следуют тезисы:

1. Одномоментное поступление 100 мл воздуха в кровообращение является фатальным;
2. Кровь в результате действия фазы отрицательного давления взрывной волны «закипает»;
3. Пузыри объединяются, что порождает эффект снежного кома. К пузырькам прикрепляются тромбоциты, а затем лейкоциты. Так формируются локальные тромбы, способные окклюзировать артериолы и небольшие артерии;
4. Нарушается микроциркуляторное кровоснабжение жизненно важных органов – сердца, головного мозга, спинного мозга;
5. Страдает перфузия паренхиматозных органов (печень, почки), кишечника, мышц;
6. Клиническое проявление системных перфузионных расстройств – полиорганная недостаточность (Multiorgan Failure) [8].

Не секрет, что в современной войне преиму-

щественно используются боеприпасы фугасного и осколочно-фугасного типа. По данным, публично озвученным начальником ГВМУ МО РФ Д. С. Тришкиным (интервью от 15 декабря 2022 г.), в ходе специальной военной операции на Украине преобладают минно-взрывные травмы, доля которых в структуре санитарных потерь составляет не менее 70 %. Механизм поражающего действия ударной взрывной волны изучается давно и плодотворно. Еще в годы Первой мировой войны зарегистрировано значительное количество летальных исходов среди солдат, находящихся вблизи взрыва, при отсутствии у них каких-либо значительных внешних повреждений [9]. Исследования того и более позднего времени показали [10], что мелкие животные, находившиеся вблизи взрыва, погибали. У всех животных появлялись поражения легочной ткани, проявлявшиеся множественными кровоизлияниями. Более крупные животные при тех же условиях эксперимента выживали. В 1940 г. S. Zuckerman [11], в последующем P. L. Krohn [12] и C. J. Clemedson [13] выяснили причину повреждения легких, которая заключается в быстрой смене фаз компрессии и разряжения во фронте взрывной волны. Устанавливая животных на разном расстоянии от места взрыва, они определили видовую чувствительность животных к изменению давления во фронте ударной волны. При избыточном давлении порядка 0,3–0,4 АТИ повреждения не обнаруживали. Мелкие животные (кролики) погибали мгновенно при давлении в 3,5 атм, а все животные — при избыточном давлении в 6,85 атм. При отсут-



**Рис.** Этиопатогенез воздушной эмболии. Схемы из книги В.В. Сороки «Взрывная травма. Что делать?»

**Pic.** Etiopathogenesis of air embolism. Diagrams from the book by V.V. Soroka “Explosive trauma. What should I do?”

ствии внешних проявлений взрывной травмы на вскрытии обнаруживались кровоизлияния в легкие. Такие же повреждения наблюдались в других внутренних органах и в подслизистом слое верхней части трахеи. У всех животных отмечался разрыв барабанной перепонки.

Механизм неврологических нарушений при воздействии ударной волны был выяснен в работах U. Freund и соавт. [14], J. Groham и соавт. [15]. Установлено, что изменения в ЦНС возникают в результате воздушной эмболии. Показано, что воздушную эмболию наблюдали только в артериях, причем воздух поступал в систему кровообращения из поврежденной ткани легкого в легочные вены. У животных, погибших сразу же после взрыва, на вскрытии обнаруживались признаки воздушной эмболии коронарных артерий и головного мозга, а у проживших несколько дольше выявлялись очаговые церебральные симптомы.

В упоминаемых нами ранее работах, выполненных в стенах Военно-медицинской академии, убедительно показано, что при подрывах на противопехотных минах основное повреждающее действие на легкие и другие органы пострадавшего оказывает не столько воздушная, сколько тканевая ударная волна деформации (сжатия и растяжения). При этом образуются множественные посттравматические фистулы между воздухоносными путями и легочными венами, которые и служат входными воротами для воздушных эмболов [2, 16–20].

Общеизвестно, что среднее давление в системе малого круга кровообращения составляет 12–14 мм рт. ст., а при кашлевом толчке пиковое давление в воздухоносных путях достигает 50 мм рт. ст. и более. Неудивительно, что при образовании посттравматических фистул в легких вследствие кашля, многочисленных «воздушных ловушек», пневмоторакса и даже просто при периодичности и смене фаз дыхания, возникают условия для проникновения воздуха в систему легочных вен. Основная масса воздушных эмболов поступает в кровоток на протяжении от получаса до двух часов после травмы, а затем альвеоловенозные фистулы могут закрываться из-за ателектазирования поврежденных участков легкого и тромбоза сосудов [21]. По другим данным, при проведении искусственной вентиляции лег-

ких (ИВЛ) возможно их повторное раскрытие спустя часы и даже сутки после травмы [22].

Таким образом, подведя итог данного краткого экскурса, можно констатировать, что артериальная воздушная эмболия – это явление, закономерно сопутствующее повреждению взрывной волной и основные механизмы его развития – баротравма легких и кавитация. Образующийся в результате этих механизмов массив внутрисосудистых пузырьков, очевидно, усугубляет клиническую картину шока и в тяжелых случаях может самостоятельно приводить к летальному исходу у раненых. В доступной литературе можно найти большое количество описаний клинических примеров развившейся в результате полученных травм артериальной газовой эмболии [23–29], тем не менее отечественная медицинская школа, при том что сама обладает серьезнейшим фундаментом, традиционным научным изысканием и глубиной, практическими наработками в данном вопросе, на уровне рутинной практической деятельности, за редким исключением, газовых эмболий при взрывной травме, как уже было отмечено, не видит и не обсуждает.

Другая, редко документируемая у нас, но также активно обсуждаемая в литературе и, несомненно, присутствующая в практике проблема – это воздушные эмболии, полученные вследствие дефектов или неудач при медицинских манипуляциях. В 2007 г. в журнале *Anesthesiology* опубликован исчерпывающий обзор, посвященный данной проблеме, где в порядке убывания частоты встречаемости выделены медицинские манипуляции, представляющие опасность развития газовой эмболии. К группе высокого риска отнесены краниотомия в сидячем положении, хирургия задней черепной ямки и шеи, лапароскопические процедуры, протезирование тазобедренного сустава, кесарево сечение, манипуляции с центральным венозным катетером, пластика костей черепа; к группе среднего риска – спондилодез, шейная ламиектомия, простатэктомия, эзофагогастродуоденоскопия, радиологические исследования с контрастом, трансфузия клеточных компонентов крови, хирургия коронарных сосудов. К группе невысокого риска отнесены операции на периферических нервах, хирургия передней части шеи, манипуляции на женских половых органах и хирургия печени [30]. Как видно, список областей хирургии, несущих опасность по развитию газовой эмболии, весьма обширен.

В журнале «Вестник анестезиологии и реаниматологии» описан один из клинических случаев артериальной газовой эмболии, источником которой оказался газ в воротной вене! Диагноз при жизни пациента установлен в результате случайной находки при томографическом исследовании, выполняемом с целью исключения тромбоэмболии легочной артерии. Речь идет о пациенте, перенесшем гастропанкреатодуоденальную резекцию по поводу опухоли поджелудочной железы [31]. Послеоперационный период протекал с осложнениями и «...на 30-е сутки после операции пациент переведен из отделения реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) в онкологическое отделение для дальнейшего лечения при явной положительной динамике, улучшении заживления послеоперационной раны, заполнении ее грануляциями, уменьшении количества отделяемого по дренажной трубке из свицевого отверстия. Питание осуществлялось в энтеростому, был ежедневный самостоятельный, полуформленный стул. Нормализовалась температура тела, пациент с поддержкой передвигался в пределах палаты. Однако еще через 6 сут состояние его резко ухудшилось, появились жалобы на чувство нехватки воздуха, одышку (частота дыханий 30 в 1 мин). Тахикардия – 120 уд./мин. Больной переведен в ОРИТ. Данные, говорящие об остром коронарном синдроме отсутствовали (без характерных жалоб; ЭКГ без динамики и в норме; тропонин I – 0,004 нг/мл). Для исключения тромбоэмболии легочной артерии выполнена мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) грудной клетки, при которой выявлены признаки газовой эмболии воротной вены и газ в проекции восходящего отдела аорты. В ходе исследования буквально «на глазах» у пациента развилась слабость в правой руке и ноге, с ним был потерян речевой контакт, вскоре появились анисокория, нарушение сознания до комы (по шкале комы Глазго – 4 балла). Выполнена МСКТ головного мозга: убедительных КТ-данных о наличии острого нарушения мозгового кровообращения (ОНМК) не получено, имелась КТ-картина последствий перенесенного ранее нарушения мозгового кровообращения, заместительной гидроцефалии по смешанному типу. Несмотря на проводимое симптоматическое лечение, через 2 ч 30 мин от начала ухудшения состояния произошла

*остановка кровообращения. Реанимационные мероприятия оказались неэффективными...». Патологоанатомическое исследование выявило газовую эмболию различных сосудов и инфаркт головного мозга. Механизм попадания газа из системы воротной вены в аорту и сосуды головного мозга остается предметом обсуждения. Сколько подобных и других осложнений, связанных с газовой эмболией, происходит в стенах наших больниц, все ли они документированы и все ли пациенты с данной патологией получают адекватную терапию?*

Авторы данного обзора, в соответствии с продекларированной ранее целью, намеренно опустили рассуждения о газовых эмболиях, произошедших в результате специфических водолазных заболеваний – декомпрессионной болезни и баротравмы легких. Хотя именно данная область – гипербарическая физиология и водолазная медицина – является средоточием знаний по рассматриваемой тематике [32]. Неслучайно обзор публикуется в «Морском медицинском журнале». Опускаем мы и иностранные рассуждения о классификации газовых эмболий, об особенностях распространения эволюции и деградации пузырьков, механизмах перехода артериальной эмболии в венозную и наоборот, изменениях в составе альвеолярного газа, имеющих значение для диагностики воздушных эмболий, сведения об антеградной, ретроградной и парадоксальной воздушной эмболии и других специальных фундаментальных и практических вопросах, касающихся этой области знаний и широко освещенных в литературе [33–38]. Оставим для последующих публикаций освещение разработанного нами, а также ранее существовавших способах моделирования артериальной газовой эмболии в эксперименте – от экспериментальных подводных и наземных взрывов [39, 40] до внутрисосудистого введения воздуха различными способами [41, 42]. Не нагружаем читателя детальным разбором методов посмертной диагностики газовых эмболий, подробно описанных в руководстве «Воздушная эмболия в судебной и прозекторской практике», изданной в 1963 г.! [43]. И лишь вскользь коснемся методов диагностики и лечения газовой эмболии, которые предложены в учебных пособиях и на страницах современных периодических изданий.

В диагностике газовых эмболий значительная роль отводится ультразвуковым методам исследова-



дования и анализу выдыхаемого газа. При изменении состава выдыхаемого газа (во время хирургической операции) можно обнаружить уменьшение количества выдыхаемого диоксида углерода. Контроль содержания  $\text{CO}_2$  в конце выдоха является эффективным и практическим методом интраоперационной диагностики воздушной эмболии [44]. (Последнее наиболее справедливо лишь для тех случаев, когда воздушная эмболия произошла во время данного вмешательства.) Ультразвуковая доплерографическая техника открыла новую эру быстрого и чувствительного мониторинга воздушной эмболии при объемах воздуха столь малых, как 0,1 мл. Пионерами применения этой диагностики были M. S. Albin и соавт. [45]. Достоверность результатов доплерографического мониторинга напрямую зависит от корректного положения сенсора, который обычно размещают в III–VI межреберных промежутках справа от грудины. Следует помнить, что доплерографическая детекция воздушных эмболов является только качественной и не дает информации о количестве поступившего воздуха. Используя компьютеризированную технологию распознавания сигнала, G. L. Gibby [46] разработал автоматическую систему, которая давала звуковой сигнал именно при наличии пузырьков воздуха, что повышало внимание анестезиолога к этому событию. Предлагается при диагностике воздушной эмболии использовать данные ЭКГ [47], центральное венозное давление и рентгенограмму грудной клетки [48].

Для лечения церебральной воздушной эмболии Textbook of hyperbaric physiology [49] предлагает прекратить поступление воздуха в сосудистое русло, использовать высокопоточную кислородотерапию, применить сердечно-легочную реанимацию, аспирацию воздуха из правых отделов сердца, наладить мероприятия по поддержанию гемодинамики и применить гипербарическую оксигенацию. Эти методы в различных сочетаниях предлагаются в большинстве доступной нам литературы, касающейся данного вопроса [50–58]. К вопросу о лечении воздушной эмболии необходимо, конечно, добавить категорический запрет у пациента с подозрением на газовую эмболию проведения искусственной вентиляции легких [ИВЛ] с закисным компонентом и ведение периоперационного периода исключительно на 100 %  $\text{O}_2$  [8], запрет на транспортировку пострадавшего воздушным транс-

портом [32] и упомянуть комплекс мероприятий, связанный с лечебной рекомпрессией, требующий наличие барокомплекса, являющийся до настоящего времени действительно прерогативой водолазной медицины и регламентированный соответствующими Методическими указаниями ФМБА России [54].

**Обсуждение.** Как следует из вышесказанного, проблема постановки диагноза газовой эмболии связана с отсутствием надежных, простых и однозначных симптомов, указывающих на данное осложнение, а аппаратные методики диагностики, мало того, что являются качественными, неточными, так еще и требуют наличия сложной дорогостоящей (даже специальной) аппаратуры, которая должна применяться в соответствующих условиях. Так же и лечение. Надежными методами являются лечебная рекомпрессия или гипербарическая оксигенация. Возможность быстрого применения этих методов в адекватные сроки есть у абсолютного меньшинства нуждающихся!

**Заключение.** Авторы предлагают одним из явным движением решить сразу обе проблемы диагностики и лечения газовых эмболий: травма взрывной волной – подогретый «Геофарм-3», малейшее подозрение на возможность газовой эмболии – подогретый «Геофарм-3», опасность газовой эмболии – подогретый «Геофарм-3», контузия с разрывом барабанной перепонки – подогретый «Геофарм-3»! В каждой больнице, где есть реанимация и хирургия, должен быть доступ к простому и безопасному дыханию подогретым «Геофармом-3», а операции при минно-взрывной травме нужно проводить в условиях искусственной вентиляции легких подогретой смесью «Геофарма-3», аппаратуру для которой еще предстоит разработать.

*Внимание! Есть нюансы.* Основные из них касаются мероприятий по профилактике и лечению острого реперфузионного повреждения после реканализации эмболизированных сосудов в отсроченном периоде [7].

Авторы настоящего обзора выражают надежду, что представленная сегодня на страницах «Морского медицинского журнала» информация понудит практических врачей задуматься: «а не газ ли в крови является причиной упорной полиорганной недостаточности у моих больных с взрывной политравмой», поможет без страха учитывать, вербализовать и документировать этот компонент патогенеза и активно ис-

каты способы лечебного воздействия на него, а ученых – медиков и морфологов – подвигнет к постановке научно-практической работы по данной тематике, поскольку из учета вышеизложенного авторов терзают обоснованные подозрения, что масштаб проблемы намного больше, чем кажется.

В заключение приведем еще одну прямую цитату, на сей раз из проблемной статьи знаменитого нейрохирургического анестезиолога А. Ю. Лубнина, который с внутренним негодованием отмечает замалчивание и недооценку сложно-

сти и опасности обсуждаемой проблематики. В частности, он пишет, что чаще отмечается игнорирование проблемы, потому что «серьезных осложнений немного и от них редко погибают». И затем Андрей Юрьевич предостерегает свою читательскую аудиторию, состоящую из профессионалов в области хирургии и анестезиологии, такими словами: «А я вот хорошо помню всех наших больных, погибших от воздушной эмболии и ее вторичных осложнений...» [55].

Проблема существует, коллеги. Давайте решать!

#### Сведения об авторах:

*Логунов Алексей Тимофеевич* – Генеральный директор – главный конструктор ЗАО «СКБ ЭО при ИМБП РАН»; 141400, Московская область, г. Химки, Вашутинское шоссе, д. 1, корп. 1; e-mail: skb-imbp@bk.ru

*Мосягин Игорь Геннадьевич* – доктор медицинских наук, профессор, начальник медицинской службы, Главное командование Военно-Морского Флота РФ; 191055, Санкт-Петербург, Адмиралтейский проезд, д. 1; ORCID: 0000-0002-9485-6584; e-mail: mosyagin-igor@mail.ru

*Павлов Николай Борисович* – кандидат медицинских наук, врач-анестезиолог-реаниматолог, старший научный сотрудник, ГНЦ РФ – ИМБП РАН; 123007, Москва, Хорошевское шоссе, д. 76, А; ORCID: 0000-0002-0540-1095; e-mail: bobvodolaz@yandex.ru

*Строй Алексей Владимирович* – Инспектор, Главное командование Военно-Морского Флота РФ; 191055, Санкт-Петербург, Адмиралтейский проезд, д. 1

*Амиров Рустам Рафаэльевич* – научный сотрудник, ГНЦ РФ – ИМБП РАН; 123007, Москва, Хорошевское шоссе, д. 76, А; e-mail: osvov7@bk.ru

*Мурашёв Аркадий Николаевич* – доктор биологических наук, профессор, руководитель Центра биологических испытаний, Институт биоорганической химии им. академиков М. М. Шемякина и Ю. А. Овчинникова; 142290, Московская область, г. Пущино, пр. Науки, д. 6; e-mail: murashev@bibch.ru

*Паликов Виктор Анатольевич* – старший научный сотрудник Центра биологических испытаний, Институт биоорганической химии им. академиков М. М. Шемякина и Ю. А. Овчинникова; 142290, Московская область, г. Пущино, пр. Науки, д. 6; e-mail: vpalikov@bibch.ru

*Кузнецова Татьяна Евгеньевна* – кандидат медицинских наук, профессор кафедры физиологии, Институт физиологии РНИМУ им. Н. И. Пирогова; 117513, Москва, ул. Островитянова, д. 1; e-mail: kuztek@rambler.ru

*Баранов Виктор Михайлович* – доктор медицинских наук, профессор, академик Российской академии наук, главный научный сотрудник, руководитель научного направления, Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем Российской академии наук; 123007, Москва, Хорошевское шоссе, 76, А; e-mail: Baranov-vm@mail.ru

#### Information about the authors:

*Alexey T. Logunov* – General Director – Chief Designer of ZAO Central Design Engineering Bureau of Experimental Equipment Institute of Medico-Biological Problems of Russian Academy of Sciences; 141400, Moscow region, Khimki, Vashutinskoe highway, 1, building 1; e-mail: skb-imbp@bk.ru

*Igor G. Mosyagin* – Dr of Sci. (Med.), Professor, Head of the Medical Service of the High Command of the Navy; 191055, Saint Petersburg, Admiralteysky proezd, 1; ORCID: 0000-0003-2414-1644; e-mail: mosyagin-igor@mail.ru

*Nikolay B. Pavlov* – Cand. of Sci. (Med.), Anesthesiologist-resuscitator, Senior Researcher at the Institute Of Medico-Biological Problems of Russian Academy of Sciences; 123007, Moscow, Khoroshevskoe highway, 76, A; ORCID: 0000-0002-0540-1095; e-mail: bobvodolaz@yandex.ru

*Alexey V. Stroy* – Inspector, High Command of the Navy; 191055, St. Petersburg, Admiralteysky proezd, 1

*Rustam R. Amirov* – Researcher at the Institute of Medico-Biological Problems of Russian Academy of Sciences; 123007, Moscow, Khoroshevskoe highway, 76, A; e-mail: osvov7@bk.ru

*Arkady N. Murashev* – Dr of Sci. (Biol.), Professor, Head of the Center for Biological Testing of the The Branch of the M. M. Shemyakin and Yu. A. Ovchinnikov Institute of Bioorganic Chemistry of the Russian Academy of Sciences; 142290, Moscow region, Pushchino, prospekt Nauki, 6; e-mail: murashev@bibch.ru

*Viktor A. Palikov* – Senior Researcher of the Center for Biological Testing of the The Branch of the M. M. Shemyakin and Yu. A. Ovchinnikov Institute of Bioorganic Chemistry of the Russian Academy of Sciences, 142290, Moscow region, Pushchino, prospekt Nauki, 6; e-mail: vpalikov@bibch.ru

*Tatyana A. Kuznetsova* – Professor of the Department of Physiology of the Pirogov Russian National Research Medical University; 117513, Moscow, Ostrovityanova str. 1; e-mail: takuz@mail.ru

Viktor M. Baranov – Dr of Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Chief Researcher, Head of the scientific direction. Institute of Medico-Biological Problems of Russian Academy of Sciences; 123007, Moscow, Khoroshevskoe highway, 76A, e-mail:Baranov-vm@mail.ru

**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).

**Вклад в концепцию и план исследования** – А. Т. Логунов, И. Г. Мосягин, А. В. Строй, Н. Б. Павлов, Р. Р. Амиров, В. А. Паликов, Т. Е. Кузнецова, А. Н. Мурашёв, В.М. Баранов. Вклад в сбор данных – А.Т. Логунов, И.Г. Мосягин, А.В. Строй, Н.Б. Павлов, Р.Р. Амиров, В.А. Паликов, Т.Е. Кузнецова, А.Н. Мурашёв, В.М. Баранов. Вклад в анализ данных и выводы – А.Т. Логунов, И.Г. Мосягин, А.В. Строй, Н.Б. Павлов, Р.Р. Амиров, В.А. Паликов, Т.Е. Кузнецова, А.Н. Мурашёв, В.М. Баранов. Вклад в подготовку рукописи – А.Т. Логунов, И.Г. Мосягин, А.В. Строй, Н.Б. Павлов, Р.Р. Амиров, В.А. Паликов, Т.Е. Кузнецова, А.Н. Мурашёв, В.М. Баранов.

**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:** LAT, MIG, SAV, PNB, ARR, PVA, KTE, MAN, BVM contribution to the concept and plan of the study. LAT, MIG, SAV, PNB, ARR, PVA, KTE, MAN, BVM contribution to data analysis and conclusions. LAT, MIG, SAV, PNB, ARR, PVA, KTE, MAN, BVM 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.

**Финансирование:** исследование проведено без дополнительного финансирования.

**Funding:** the study was carried out without additional funding.

Поступила/Received: 22.04.2024

Принята к печати/Accepted: 15.05.2024

Опубликована/Published: 30.06.2024

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Логунов А. Т., Мосягин И. Г., Павлов Н. Б. Подогретые кислородно-гелевые смеси, история применения в медицине // *Морская медицина*. 2022. Т. 8, № 1. С. 20–37 [Logunov A. T., Mosyagin I. G., Pavlov N. B. Heated oxygen-gel mixtures, history of application in medicine. *Marine medicine*, 2022, Vol. 8, No.1, pp. 20–37 (In Russ.)].
2. Найдёнов А. А. *Роль артериальной воздушной эмболии в патогенезе минно-взрывной травмы (экспериментальное исследование)*. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Санкт-Петербург: Военно-мед. акад.; 1997. С. 12–13 [Naidenov A. A. *The role of arterial air embolism in the pathogenesis of mine explosion injury (experimental study)*. Abstract... Cand. med. Sci. St. Petersburg: Military Med. Acad.; 1997, pp. 12–13 (In Russ.)].
3. Орлова О. С., Павлов Н. Б., Праскурничий Е. А. Применение гипербарической оксигенации в лечении терапевтической патологии // *Клинический вестник ФМБА им. А. И. Бурназяна*. 2022. № 1. С. 40–44 [Orlova O. S., Pavlov N. B., Praskurnichy E. A. The use of hyperbaric oxygenation in the treatment of therapeutic pathology. *Clinical Bulletin of the FMBC im. A. I. Burnazyan*, 2022, No.1, pp. 40–44 (In Russ.)].
4. Праскурничий Е. А., Орлова О. С., Павлов Н. Б., Зенкова С. И. Возможности применения подогретой кислородно-гелиевой смеси у пациентов в период LONG-COVID // *Практическая медицина*. 2022. № 7. С. 140–145 [Praskurnichy E. A., Orlova O. S., Pavlov N. B., Zenkova S. I. Possibilities of using a heated oxygen-helium mixture in patients during the LONG-COVID period. *Practical Medicine*, 2022, No.7, pp. 140–145 (In Russ.)].
5. Праскурничий Е. А., Агапов К. В., Павлов Н. Б., Орлова О. С., Кузнецова Т. Е., Громаков В. А., Шутов А. А. Лечение пациентов, перенесших коронавирусную инфекцию Covid-19 на постгоспитальном этапе с применением гипербарической оксигенации // *Вестник современной клинической медицины*. 2022. Т. 15, № 3. С. 54–59 [Praskurnichy E. A., Agapov K. V., Pavlov N. B., Orlova O. S., Kuznetsova T. E., Gromakov V. A., Shutov A. A. Treatment of patients who suffered from Covid-19 coronavirus infection at the posthospital stage using hyperbaric oxygenation. *Bulletin of modern clinical medicine*, 2022, Vol. 15, No. 3, pp. 54–59 (In Russ.)].
6. Мануйлов В. М., Суворов А. В., Куркин С. В., Оленев Ю. О., Павлов Н. Б., Логунов А. Т., Анিকেев Д. А., Орлов О. И. Оценка эффективности кислородно-гелиевой терапии у больных с Covid 19 ассоциированной пневмонией // *Авиакосмическая и экологическая медицина*. 2021. Т. 55, № 1. С. 51–58 [Manuilov V. M., Suvorov A. V., Kurkin S. V., Olenev Yu. O., Pavlov N. B., Logunov A. T., Anikeev D. A., Orlov O. I. Evaluation of the effectiveness of oxygen-helium therapy in patients with Covid-19 associated pneumonia. *Aerospace and environmental medicine*, 2021, Vol. 55, No.1, pp. 51–58 (In Russ.)].
7. Логунов А. Т., Амиров Р. Р., Павлов Н. Б., Соколов Г. М. Временные методические рекомендации по лечению газовой эмболии методами баротерапии, утвержденные начальником ГВМУ МО РФ 10 июля 2023 г. 18 с. [Logunov A. T., Amirov R. R., Pavlov N. B., Sokolov G. M. Temporary guidelines for the treatment of gas embolism by barotherapy methods. Approved the head of the GVMU of the Ministry of Defense of the Russian Federation on July 10, 2023, 18 c. (In Russ.)].
8. Сорока В. В. *Взрывная травма. Что делать? (Библиотека врача неотложной помощи)*. Санкт-Петербург. 2015. С. 484. ISBN 978-5-906670-36-6 [Soroka V. V. *Explosive injury. What should I do?* St. Petersburg, 2015, pp. 484 (In Russ.)].
9. Owen-Smith M. S., Explosive Blast Injury. *BMJ Military Health*, 1979, No. 125, pp. 4–16.

10. Hooker D. R. Physiological effects of air concussion. *Am. J. Physiology*, 1943, No. 6, 219J.
11. Zuckerman S. Discussion on the problem of blast injuries. *Proc. R. Soc. Med.*, 1940, No. 34, pp. 171–188.
12. Krohn P. L. Physiological effects of blast. *The Lancet*. 1942, Vol. 239, Issue 6183, pp. 252–259.
13. Clemedson C. J. An experimental study on air blast. *Acta Physiol. Scand*, 1949, No. 18 (Suppl. LXI), pp. 7–200.
14. Freund U., Kopolovic J., Durst A. L. Compressed air emboli of the aorta and renal artery in blast injury. *Injury*, 1980, 12(1), pp. 37–38.
15. Groham D. I., Macpherson P., Pitts L. H. Correlation between angiographic vasospasm, hematoma, and ischemic brain damage following SAH, 1983, 59(2), pp. 223–230. doi: 10.3171/jns.1983.59.2.0223.1983.
16. Прокопович А. Е., Адельсон Л. Н. Морфологические исследования центральной нервной системы при минно-взрывной травме // *Тезисы докладов итоговой научной конференции слушателей 1-го факультета*. СПб.: ВМедА им. С. М. Кирова. 1995. С. 116–117 [Prokopovich A. E., Adelson L. N. Morphological studies of the central nervous system in mine-explosive trauma. *Abstracts of the final scientific conference of students of the 1st faculty*. St. Petersburg: Military Med. Acad, 1995, pp. 116–117 (In Russ.)].
17. Емелин В. В., Хайретдинов Ш. Ф. Редкий случай воздушной (газовой) эмболии сердца при огнестрельном дробовом ранении шеи // *Актуальные вопросы судебной медицины*. Посвящен 85-летию судебно-медицинской службы Московской области. М.: 2007. С. 76–77 [Emelin V. V., Khayretdinov Sh. F. A rare case of air (gas) embolism of the heart in case of a shotgun wound to the neck. *Current issues of forensic medicine. It is dedicated to the 85th anniversary of the forensic medical service of the Moscow region*. Moscow, 2007, pp. 76–77 (In Russ.)].
18. Фомин Н. Ф. Артериальная воздушная эмболия при минно-взрывной травме легких (Обзор иностранной литературы) // *Информационный бюллетень по вопросам воен.-мед. службы иностр. армий и флотов*. СПб.: Воен.-мед. акад. 1995. N. 91. С. 45–54 [Fomin N. F. Arterial air embolism in case of mine - explosive lung injury (Review of foreign literature). *Information bulletin on military issues.-med. foreign services. armies and fleets*. St. Petersburg: Military Medical Academy, 1995, No. 91, pp. 45–54 (In Russ.)].
19. Механогенез травмы легких при моделировании контактных подрывов на противопехотных минах // *Тезисы докладов XL конференции студентов и аспирантов морфологических кафедр и лабораторий Санкт-Петербургских вузов и НИИ*. СПб., 1997. С. 38–40 [Mechanogenesis of lung injury in the simulation of contact explosions on antipersonnel mines. *Abstracts of the XL conference of students and postgraduates of morphological departments and laboratories of St. Petersburg universities and Research Institutes*. St. Petersburg; 1997, pp. 38–40 (In Russ.)].
20. Сорока В. В., Курилов А. Б., Нохрин С. П., Золотухин С. Ю., Боровский И. Э. Механизм воздушной эмболии при взрывной травме // *Скорая медицинская помощь*. 2004. Т. 5, № 3. С. 190–192 [Soroka V. V., Kurilov A. B., Nokhrin S. P., Zolotukhin S. Yu., Borovsky I. E. The mechanism of air embolism in explosive trauma. *Emergency medical care*, 2004, Vol. 5, No. 3, pp. 190–192 (In Russ.)].
21. Mason W. V. H., Damon T. G., Dickinson A. R., Nevison T. O., Jr. Arterial gas emboli after blast injury. *Proceedings of the Society for Experimental Biology & Medicine*, 1971, Vol. 136, No. 4, pp. 1253–1255.
22. Weiler-Ravell D., et al. Blast injury of the chest. A review of the problem and its treatment. *Isr J Med Sci*, 1975, Vol. 11, No. 2-3, pp. 268–274.
23. Prabhakar H., Bithal P. K. Venous air embolism. *Complications in Neuroanesthesia*, 2016, pp: 435-442. ISBN: 978-0-12-804075-1.
24. Voigt P., Bach A. G., Surov A. Coronary air embolism in a trauma patient. *Clinical Research in Cardiology*. 2017, Vol. 106, No. 11, pp. 933–934.
25. Schissler A. J., Rozenshtein A., Schluger N. W., Einstein A. J. National trends in emergency room diagnosis of pulmonary embolism, 2001–2010: a cross-sectional study. *Respiratory Research*, 2015, Vol. 16, No. 1, pp. 1–7.
26. Van Hoesen K., Neuman T. S. Gas embolism: venous and arterial gas embolism. In: *Physiology and Medicine of Hyperbaric Oxygen Therapy*. 2008. pp. 257–281.
27. Tateishi H. Prospective study of air embolism. *British Journal of Anaesthesia*, 1972, Vol. 44, No. 12, pp. 1306.
28. Freund M. C., Petersen J., Goder K. C., Bunse T., Wiedermann F., Glodny B. Systemic air embolism during percutaneous core needle biopsy of the lung: frequency and risk factors. *BMC Pulmonary Medicine*, 2012, Vol. 12, No. 1, pp. 1–12.
29. Souders J. E. Pulmonary air embolism. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*, 2000, Vol. 16, No. 5–6, pp. 375–383.
30. Mirski M. A., Lele A. V., Fitzsimmons L., Toung T. J. K. Diagnosis and treatment of vascular air embolism. *Anesthesiology*, 2007, Vol. 106, No. 1, pp. 164–177. doi: 10.1097/00000542-200701000-00026.
31. Храпов К. Н., Шлык И. В., Захаренко А. А., Трушин А. А., Васильева М. А. Случай газовой эмболии воротной вены с развитием острого нарушения мозгового кровообращения // *Вестник анестезиологии и реаниматологии*. 2017. Т. 14, № 5. С. 91–96 [Khrapov K. N., Shlyk I. V., Zakharenko A. A., Trushin A. A., Vasilyeva M. A. The case of portal vein gas embolism with the development of acute cerebrovascular accident. *Bulletin of Anesthesiology and Intensive Care*, 2017, Vol. 14, No. 5, pp. 91–96 (In Russ.)]. doi: 10.21292/2078-5658-2017-14-5-91-96.
32. Павлов Б. Н., Смолин В. В., Баранов В. М., Соколов Г. М., Куссмауль А. Р., Павлов Н. Б., Шереметова Н. Н., Тугушева М. П., Жданов В. Н., Логунов А. Т., Потапов В. Н. *Основы барофизиологии, водолазной медицины, баротерапии и лечения инертными газами*. М.: Гранд полиграф; 2008. 494 с. [Pavlov B. N., Smolin V. V., Baranov V. M., Sokolov G. M., Kussmaul A. R., Pavlov N. B., Sheremetova N. N., Tugusheva M. P., Zhdanov V. N., Logunov A. T., Potapov V. N. *Fundamentals of barophysiology, diving medicine, barotherapy and treatment inert gases*. Moscow: Grand Polygraph; 2008, 494 p. (In Russ.)].
33. Hagen P. T., Scholz D. G., Edwards W. D. Incidence and size of patent foramen ovale during the first decades of life: An autopsy study of 965 normal hearts. *Mayo Clin Proc*, 1984, Vol. 59, pp. 17–75.

34. Chang J. L., Albin M. S., Bunegin L., et al. Analysis and comparison of venous air embolism detection methods. *Neurosurgery*, 1980, Vol. 7, pp. 135.
35. Шитов А. Ю. *Декомпрессионная болезнь*. Дюссельдорф: LAP Lambert Academic Publishing; 2011, 268 с. [Shitov A. Yu. *Decompression sickness*. Dusseldorf: LAP Lambert Academic Publishing. 2011, P. 268 (In Russ.)].
36. Verstappen F. T., Bernards J. A., Kreuzer F. Origin of arterial hypoxemia during pulmonary gas embolism. *Ibid*, 1977, Vol. 370, No. 1, pp. 71–75. doi: 10.1007/BF00707948.
37. Berglund E., Josephson S. Pulmonary air embolism: Physiologic aspects. *Thorax*, 1969, Vol. 24, P. 509.
38. Black S. Paradoxical air embolism from a patent foramen ovale. *Anesthesiology*, 1979, Vol. 4, pp. 345.
39. Фомин Н. Ф. Артериальная воздушная эмболия при минно-взрывной травме легких. (Обзор иностранной литературы). *Информационный бюллетень по вопросам воен.-мед. службы иностр. армий и флотов*. СПб.: Воен.-мед. акад. 1995, № 91, С. 45–54 [Fomin N. F. Arterial air embolism in case of mine - explosive lung injury (Review of foreign literature). *Information bulletin on military issues.-med. foreign services. armies and fleets*. St. Petersburg: Military Medical Academy, 1995, No. 91, pp. 45–54 (In Russ.)].
40. Рухляда Н. В., Миннулин И. П., Черныш А. В. и др. *Минно-взрывные ранения на мелководье. Общая характеристика поврежденных*. Отчет НИР по теме 1.95.108. п.5 ВАИ. СПб. 1996. 80 с. [Rukhlyada N. V., Minnulin I. P., Chernysh A. V., et al. *Mine explosion wounds in shallow water. General characteristics of damage*. Research report on the topic 1.95.108.p5 VAP. St. Petersburg, 1996, 80 p. (In Russ.)].
41. Fries C. C., Levowitz B., Adier S., et al. Experimental cerebral gas embolism. *Annals of surgery*, 1957, Vol. 145. No. 4, pp. 461–470.
42. Gerriets T., Walberer M., Nedelmann M., et al. A rat model for cerebral air microembolisation. *Journal of neuroscience methods*, 2010, Vol. 190, No. 1, pp. 10–13.
43. Монастырская Б. И., Бляхман С. Д. Воздушная эмболия в судебно-медицинской и прозекторской практике. *Труды Таджикского медицинского института им. Абуали Ибн-Сино*. (Душанбе). 1963. Т. 58. 133 с. [Monastyrskaya B. I., Blyakhman S. D. Air embolism in forensic medical and autopsy practice. *Proceedings of the Tajik Medical Institute named after Abuali Ibn-Sino* (Dushanbe), 1963, Vol. 58, pp. 133 (In Russ.)].
44. Brechner V. L., Bethune W. M. Recent advances in monitoring pulmonary air embolism. *Anesth. Analg*, 1971, Vol. 50, pp. 255.
45. Chang J. L., Albin M. S., Bunegin L., et al. Analysis and comparison of venous air embolism detection methods. *Neurosurgery*, 1980, Vol. 7, pp. 135.
46. Gibby G. L. Unattended, real-time monitoring for venous air emboli by a computerized Doppler system. *Anesthesiology*, 1988, Vol. 69, pp. A732.
47. Tateishi H. Prospective study of air embolism. *Br. J. Anaesth*, 1972, Vol. 44, pp. 1306.
48. Chang J. L., Albin M. S., Bunegin L., et al. Analysis and comparison of venous air embolism detection methods. *Neurosurgery*, 1980, Vol. 7, pp. 135.
49. Kewal K., Jain M.D. *Textbook of hyperbaric medicine*. Textbook. Toronto: Hogrefe & Huber Publishers; 2017, 536 p.
50. Blanc P., Boussuges A., Henriette K., Sainty J. M., Deleflie M. Iatrogenic cerebral air embolism: importance of an early hyperbaric oxygenation. *Intensive care medicine*, 2002, Vol. 28, No. 5, pp. 559–563.
51. Gupta R., Vora N., Thomas A., Crammond D., Roth R., Jovin T., Horowitz M. Symptomatic cerebral air embolism during neuro-angiographic procedures: incidence and problem avoidance. *Neurocritical care*, 2007, Vol. 7, No. 3, pp. 241–246.
52. Chaudhuri N., Hickey M. S. J. A simple method of treating coronary air embolism after cardiopulmonary bypass. *The Annals of Thoracic Surgery*, 1999, Vol. 68, No. 5, pp. 1867–1868.
53. Torres L. N., Spiess B. D., Torres Filho I. P. In vivo microvascular mosaics show air embolism reduction after perfluorocarbon emulsion treatment. *Microvascular Research*, 2012, Vol. 84, No. 3, pp. 390–394.
54. Выбор метода лечебной рекомпрессии при декомпрессионной болезни. Методические указания ФМБА России. М.; 2019, pp.11–12 [The choice of the method of therapeutic recompression in decompression sickness Methodological Guidelines of the FMBA of Russia. Moscow; 2019, pp. 11–12 (In Russ.)].
55. Лубнин А. Ю. Комментарий к статье Р. С. Лакотко и соавт. Риск и значимость венозной воздушной эмболии при нейрохирургических операциях в положении сидя у взрослых // *Вестник интенсивной терапии имени А. И. Салтанова*. 2020. № 1. С. 100 [Lubnin A. Yu. Commentary on the article by R. S. Lakotko, et al. The risk and significance of venous air embolism in neurosurgical operations in a sitting position in adults. *Bulletin of intensive care named after A. I. Saltanov*, 2020, No. 1, pp. 100 (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/kommentariy-k-statii-r-s-lakotko-i-soavt-risk-i-znachimost-venoznoy-vozdushnoy-embolii-pri-neyrohirurgicheskikh-operatsiyah-v>.
56. Souders J. E. Pulmonary air embolism. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*. 2000, Vol. 16, No. 5–6, pp. 375–383.
57. Stephen I. Hauser, Jeffrey J. Bazarian, Ibolja Cernak, et al. *Gulf War and Health: Volume 9: Long-Term Effects of Blast Exposures*. Washington: National Academies of Sciences, Engineering and Medicine. 2014, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18253>.
58. Tovar E. A., Del Campo C., Borsari A., Webb R. P., Dell J. R., Weinstein P. B. *Postoperative management of cerebral air embolism: gas physiology for surgeons*. 1995. doi: 10.1016/0003-4975(95)00531-o.

## ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ/ORIGINAL ARTICLES

УДК 612

doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-2-69-76>**СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
У РАЗНЫХ СОЦИАЛЬНЫХ ГРУПП МОЛОДЫХ МУЖЧИН В УСЛОВИЯХ  
ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА: СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ**<sup>1</sup>Т. П. Логинова\*, <sup>1</sup>А. Б. Байрхаев, <sup>1</sup>В. Н. Тюкавкина, <sup>2</sup>С. Г. Бойко, <sup>1,2</sup>Е. Р. Бойко<sup>1</sup> Институт физиологии Федерального исследовательского центра Коми научного центра  
Уральского отделения Российской академии наук, г. Сыктывкар, Россия<sup>2</sup> Медицинский институт, Сыктывкарский государственный университет Минобрнауки,  
г. Сыктывкар, Россия

**ВВЕДЕНИЕ.** Контрастные сезонные изменения экзогенных природных факторов Севера вызывают значительные перестройки в организме человека. Несмотря на это, действие социально-бытовых факторов может в значительной мере модифицировать процессы адаптации.

**ЦЕЛЬ.** Поставлена задача выявить особенности сезонных изменений физиологических показателей у 2 групп молодых мужчин (военнослужащие и студенты) в условиях европейского Севера.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** В исследовании приняли участие 2 группы мужчин-северян, проживающих на период обследования в Сыктывкаре (62° с. ш.): солдаты-срочники ( $n = 19$ ) и студенты вуза ( $n = 16$ ). Исследование проводили в течение года: в январе, апреле, июле и октябре, регистрировали антропометрические показатели, артериальное давление, показатели вариабельности сердечного ритма (СР).

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** У всех обследованных наблюдалось увеличение массы тела и индекса массы тела в холодное время года, более выраженное в октябре. Также осенью отмечено повышение диастолического давления. Показатели вариабельности СР у обследованных имели различную сезонную динамику.

**ОБСУЖДЕНИЕ.** В результате исследования установлено, что если в отношении показателей массы, жировой массы и индекса массы тела динамика у обследованных молодых мужчин была сходной, то артериальное давление и показатели вариабельности СР между группами различались как на базовом уровне, так и в сезонной динамике.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** У молодых мужчин в условиях европейского Севера выявлены сезонные изменения показателей, динамика некоторых различалась в исследованных группах. Длительное ежедневное нахождение на открытом воздухе приводит к более выраженным признакам ваготонии у солдат-срочников.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** морская медицина, сезоны года, европейский Север, сердечно-сосудистая система, вегетативный баланс

\*Для корреспонденции: Логинова Татьяна Петровна, e-mail: [log73tag@yandex.ru](mailto:log73tag@yandex.ru)

\*For correspondence: *Tatyana P. Loginova*, e-mail: [log73tag@yandex.ru](mailto:log73tag@yandex.ru)

**Для цитирования:** Логинова Т. П., Байрхаев А. Б., Тюкавкина В. Н., Бойко С. Г., Бойко Е. Р. Сезонная динамика физиологических показателей у разных социальных групп молодых мужчин в условиях Европейского Севера: сравнительное исследование // *Морская медицина*. 2024. Т. 10, № 2. С. 69–76, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-2-69-76> EDN: <https://elibrary.ru/MNZMXU>

**For citation:** Loginova T. P., Bayrhayev A. B., Tukavkina V. N., Boyko S. G., Boyko E. R. Seasonal dynamics of physiological parameters in different social groups of young men in the European North: somparative study // *Marine medicine*. 2024. Vol. 10, No. 2. pp. 69–76, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-2-69-76> EDN: <https://elibrary.ru/MNZMXU>

© Авторы, 2024. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Научно-исследовательский институт промышленной и морской медицины федерального медико-биологического агентства». 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>

## SEASONAL DYNAMICS OF PHYSIOLOGICAL PARAMETERS IN DIFFERENT SOCIAL GROUPS OF YOUNG MEN IN THE EUROPEAN NORTH: SOMPARATIVE STUDY

<sup>1</sup>Tatyana P. Loginova\*, <sup>1</sup>Alexandr B. Bayrhayev, <sup>1</sup>Valentina N. Tukavkina,  
<sup>2</sup>Svetlana G. Boyko, <sup>1,2</sup>Evgeniy R. Boyko

<sup>1</sup>Institute of Physiology, Federal Research Center, Komi Scientific Center of the Ural Branch  
of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia

<sup>2</sup>Medical Institute of Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, Syktyvkar, Russia

**INTRODUCTION.** Contrast seasonal changes of the North exogenous natural factors cause significant restructuring in the human body despite the fact that the effect of social factors may greatly modify adaptation processes.

**OBJECTIVE.** To determine features of seasonal changes in physiological parameters in 2 groups of young men (military personnel and students) in the European North.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** The study involved 2 groups of men-northerners, living in Syktyvkar during the survey period (62° N latitude): conscripts ( $n = 19$ ) and university students ( $n = 16$ ). The study was conducted for over a year: in January, April, July and October: anthropometric measures, arterial pressure and heart rate variability (RV) were recorded.

**RESULTS.** All the examined experienced an increase in body weight and body mass index in the cold season, more pronounced in October. An increase in diastolic pressure was also noted in autumn. Heart rate variability in the examined had different seasonal dynamics.

**DISCUSSION.** The study found that if regarding mass index, fat mass and body mass index, the examined young men had similar dynamics, however, arterial pressure and heart rate variability differ between groups both at a basic level and in seasonal dynamics.

**CONCLUSION.** In the European North young men experience seasonal rate changes, which dynamics have been different in the studied groups. Long daily exposure to the open air cause mor pronounced signs of vagotonia in conscripts.

**KEYWORDS:** marine medicine, seasons, European North, cardiovascular system, autonomic balance

**Введение.** Изучение функционального состояния организма человека и способы сохранения здоровья населения Севера были востребованы в условиях интенсивного освоения и разработки северных территорий и остаются актуальными на сегодняшний день [1, 2]. В настоящее время не вызывает сомнения тот факт, что проблемы адаптации человека необходимо рассматривать с учетом циклических процессов, происходящих в организме, поскольку многие патологические процессы в организме сопровождаются нарушением временной организации физиологических функций [3, 4]. В отличие от циркадной ритмики, где основным экзогенным компонентом является световой режим, в случае годовой биоритмики можно говорить о комплексе факторов – световом и температурном режимах, гелиогеофизической активности и т. д. Несмотря на то что основным действующим фактором Севера считается геогелиофизический [5], действие социально-бытовых факторов может в значительной мере модифицировать процессы адаптации. В связи с этим целью нашей работы было выявить особенности сезонных изменений фи-

зиологических показателей у 2 групп молодых мужчин (военнослужащие и студенты) в условиях европейского Севера.

**Материалы и методы.** В январе, апреле, июле и октябре были обследованы 2 группы мужчин, проживающих на период обследования в Сыктывкаре (62° с. ш.): солдаты-срочники ( $n = 19$ ) и студенты вуза ( $n = 16$ ). Характеристики обследованных групп представлены в табл. 1. К исследованию привлекались практически здоровые молодые люди, уроженцы северных регионов европейской части России, без хронических заболеваний. Все респонденты получили подробное объяснение предстоящей процедуры и дали письменное добровольное согласие на обследование, одобренное комитетом по биоэтике Института физиологии Коми НЦ УрО РАН и соответствующее Хельсинкской декларации. Осмотр и физиологическое обследование проводили в помещении в комфортных температурных условиях в первой половине дня.

У всех обследованных регистрировали длину и массу тела, при помощи биоимпедансного анализатора Omron BF 302 (Япония) измеряли процентное содержание и массу подкожно-жи-



Таблица 1

## Характеристики обследованных групп мужчин

Table 1

## Characteristics of the examined groups of men

Показатель	Студенты	Военнослужащие	<i>p</i>
Возраст, годы	19,0 ± 0,5	18,8 ± 0,6	
Длина тела, см	179,8 ± 0,6	174,1 ± 1,2	< 0,05
Масса тела, кг	70,0 ± 0,7	68,7 ± 1,6	

ровой клетчатки, а также рассчитывали индекс массы тела (ИМТ), регистрировали систолическое (САД), диастолическое (ДАД) артериальное давление и частоту сердечных сокращений (ЧСС). Для анализа показателей variability сердечного ритма (СР) использовали компьютерный комплекс «НС-Полиспектр» («Нейрософт», г. Иваново, Россия).

Статистическую значимость различий оценивали с помощью программы SPSS Statistics. Поскольку большинство показателей имело асимметричное распределение значений, наличие сезонных изменений внутри группы определяли с помощью критерия Фридмана с последующим применением рангового критерия Уилкоксона для парных выборок. Для определения межгрупповых различий использовали критерий Манна-Уитни. Значения представлены в виде средней ± стандартное отклонение (ошибка) ( $M \pm SD$ ). Различия считали достоверными при  $p < 0,05$ .

**Результаты.** При сравнении антропометрических показателей можно отметить, что у обследованных студентов вуза они были статистически значимо выше, чем у военнослужащих (табл. 1), характеризовались более низкими значениями массы тела, жировой массы и индекса массы тела. В сезонном аспекте наблюдается увеличение этих показателей в обеих группах в холодное время года, более выраженное в октябре. У студентов медицинской академии увеличение массы тела в октябре по сравнению с июлем составляло 2,5 кг ( $p < 0,01$ ), у военнослужащих – 1,6 кг ( $p < 0,01$ ).

У обследованных студентов вуза по сравнению с военнослужащими наблюдалась тенденция к более высоким значениям гемодинамических показателей, особенно в январе и апреле (табл. 2): систолическое давление (САД) в апреле и среднединамическое давление (СДД) в ян-

варе в группе учащихся было статистически значимо выше, чем у солдат-срочников. В сезонном аспекте САД и пульсовое давление (ПД) в обеих группах повышалось в апреле и снижалось в октябре. Диастолическое давление постепенно повышалось от января к октябрю в обеих группах ( $p < 0,05$ ). У военнослужащих наблюдалось статистически значимое увеличение СДД в октябре относительно июля.

Во все сезоны обследования ЧСС у студентов была выше, чем у военнослужащих, и колебалась в течение года в среднем от 68,6 до 70,8 удара в минуту и от 60,3 до 63,7 удара в минуту соответственно (табл. 3). В январе эти различия были статистически значимы ( $p < 0,05$ ). В сезонном аспекте у учащихся вуза изменения ЧСС не имели статистически значимых изменений. У солдат-срочников минимальные значения пульса наблюдали в январе, соответственно в июле снижение было достоверным ( $p < 0,05$ ).

При анализе спектральных показателей СР у военнослужащих в январе наблюдались максимальные значения суммарной мощности спектра СР, относительной мощности спектра СР в диапазоне высоких частот (HF) и минимальные значения относительной мощности спектра СР в диапазоне низких частот (LF) и соотношения LF/HF компонентов СР (см. табл. 2). У учащихся вуза не выявлено достоверной сезонной динамики. При сравнении групп можно сказать, что показатели относительной мощности спектра СР в HF-диапазоне и отношения мощности низких частот к мощности высоких у студентов достоверно выше, чем у военнослужащих, а значения относительной мощности спектра СР в LF-диапазоне – ниже.

**Обсуждение.** Полученные результаты позволяют оценить влияние как фактора сезонности, так и социально-бытовых условий на организм молодых мужчин в условиях Европейского Се-



## Сезонная динамика артериального давления обследованных мужчин

## Seasonal dynamics of blood pressure at men examined

Показатель	Месяц	Студенты	Военнослужащие	p
САД, мм. рт. ст.	I	120,6 ± 2,6 <sup>IV, VII</sup>	114,4 ± 2,7 <sup>IV, X</sup>	< 0,05
	IV	123,3 ± 2 <sup>X</sup>	118,4 ± 2,2 <sup>X</sup>	
	VII	116,1 ± 2,1	119,1 ± 2,8	
	X	117,1 ± 2,4	119,1 ± 2,0	
ДАД, мм. рт. ст.	I	68,5 ± 1,0 <sup>VII, X</sup>	66,6 ± 1,0 <sup>VII, X</sup>	
	IV	69,6 ± 1,3	66,8 ± 1,4	
	VII	68,9 ± 1,4	69,0 ± 1,6	
	X	71,1 ± 1,7	70,9 ± 1,9	
Пульсовое давление, мм. рт. ст.	I	52,1 ± 2,2	47,6 ± 1,8 <sup>IV</sup>	
	IV	53,7 ± 1,5 <sup>X</sup>	51,7 ± 1,5	
	VII	48,3 ± 1,4	50,6 ± 1,4	
	X	45,0 ± 1,9	48,2 ± 1,8	
Среднединамическое давление, мм. рт. ст.	I	85,7 ± 1,2	82,5 ± 1,4	< 0,05
	IV	87,3 ± 1,7	83,7 ± 1,9	
	VII	84,8 ± 1,8	80,7 ± 2,3 <sup>X</sup>	
	X	86,0 ± 1,4	86,8 ± 1,7	

*Примечание.* Римскими цифрами обозначена достоверность различий в группе между месяцами при  $p < 0,05$ . В крайнем правом столбце указана достоверность различий между группой студентов и военнослужащих. САД – систолическое давление; ДАД – диастолическое артериальное давление

*Note.* Roman numerals indicate the reliability of differences in the group between months at  $p < 0.05$ . The rightmost column indicates the reliability of the differences between the group of students and military personnel. САД – systolic pressure; ДАД – diastolic blood pressure

вера. Можно отметить, что по весоростовым показателям обследованные молодые мужчины относятся к индивидам с нормальной массой тела и близки к показателям, полученным у молодых людей того же возраста [6]. В обеих группах наблюдается увеличение массы тела и индекса массы тела в холодный период года (см. рисунок). Данные согласуются с результатами, полученными другими авторами, и являются, вероятнее всего, следствием сезонных колебаний в потреблении пищи, энергетическом обмене и физической активности [7–9]. Смещение максимума весоростовых показателей в осенний период может быть вызвано сочетанным действием изменения рациона и двигательной активности, тогда как в январе это может быть связано с использованием жировых запасов для обеспечения процессов терморегуляции.

Показатели САД и ДАД у обследованных студентов и в большей степени у военнослужа-

щих имели тенденцию к более низким значениям, чем полученные у молодых мужчин того же возраста [10, 11]. Увеличение показателей САД и ПД у обследованных молодых мужчин весной относительно января, по-видимому, связано с напряжением сердечно-сосудистой системы на этапе перехода от холодного к теплomu периоду года. Тенденция к более низким значениям артериального давления у военнослужащих, возможно, вызвана тем, что эта группа в силу своей специфики (обязательные строевые занятия на открытом воздухе и т. д.) более длительное время, по сравнению со студентами, находится под действием внешних природных факторов, что приводит к более выраженным проявлениям парасимпатических воздействий на организм, характерным для жителей Севера [12]. Подтверждением вышеизложенного могут служить показатели variability CP (см. табл. 2). У военнослужащих наблюдали более

Таблица 3

## Сезонная динамика показателей сердечного ритма обследованных мужчин

Table 3

## Seasonal dynamics of heart rate variability indicators at men examined

Показатель	Месяц	Студенты	Военнослужащие	p
Частота сердечных сокращений, уд/мин	I	70,6 ± 3,2	60,3 ± 2,2 <sup>VII</sup>	< 0,05
	IV	70,8 ± 3,6	63,4 ± 2,8	
	VII	68,6 ± 3,2	63,7 ± 1,1	
	X	69,2 ± 3,5	62,1 ± 1,4	
Суммарная мощность спектра сердечного ритма (TF), мс <sup>2</sup>	I	5016 ± 553	5858,3 ± 564 <sup>X</sup>	
	IV	4797 ± 424	4797,0 ± 572	
	VII	6327 ± 448	5385,6 ± 481	
	X	6121 ± 419	4857,2 ± 326	
Относительная мощность очень низкочастотного компонента в общей мощности спектра (VLF), %	I	31,3 ± 3,4	25,6 ± 4,3	
	IV	32,3 ± 2,7	27,0 ± 3,6	
	VII	34,3 ± 3,5	29,6 ± 3,9	
	X	32,2 ± 4,1	26,9 ± 4,2	
Относительная мощность низкочастотного компонента в общей мощности спектра (LF), %	I	42,0 ± 2,7	27,6 ± 3,4 <sup>IV, VII</sup>	< 0,001
	IV	44,7 ± 1,6	34,0 ± 3,3	< 0,01
	VII	40,8 ± 1,8	36,4 ± 3,7	
	X	41,2 ± 2,2	37,2 ± 3,3	
Относительная мощность высокочастотного компонента в общей мощности спектра (HF), %	I	26,6 ± 2,7	72,4 ± 3,4 <sup>IV, VII</sup>	< 0,001
	IV	23,0 ± 1,6	66,0 ± 3,3	< 0,001
	VII	24,9 ± 1,8	61,6 ± 3,7	< 0,01
	X	26,6 ± 2,2	62,8 ± 3,3	< 0,01
Отношение мощности низких частот к мощности высоких (LF/HF)	I	1,6 ± 0,5	0,4 ± 0,1 <sup>IV, VII</sup>	< 0,01
	IV	1,8 ± 0,3	0,6 ± 0,1	< 0,01
	VII	1,7 ± 0,5	0,8 ± 0,1	< 0,05
	X	1,6 ± 0,4	0,7 ± 0,1	< 0,01

*Примечание:* Римскими цифрами обозначена достоверность различий в группе между месяцами при  $p < 0,05$ . В крайнем правом столбце указана достоверность различий между группой студентов и военнослужащих

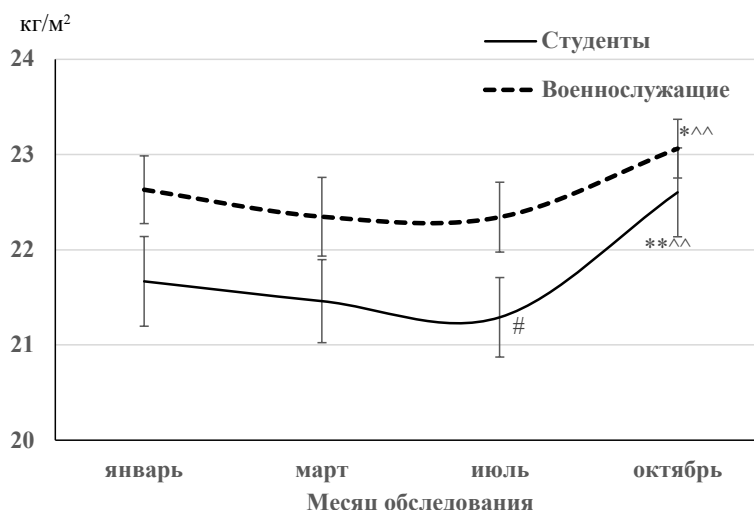
*Note:* Roman numerals indicate the reliability of differences in the group between months at  $p < 0.05$ . The rightmost column indicates the reliability of the differences between the group of students and military personnel

низкие значения пульса, процентного содержания низкочастотного компонента CP, отражающего активность симпатического контура вегетативной регуляции, отношение мощности низких частот к мощности высоких (LF/HF) и более высокое содержание высокочастотного компонента, характеризующего парасимпатическую активность.

В сезонном аспекте у студентов вуза не наблюдалось статистически значимых изменений показателей CP, у военнослужащих в январе были достоверно снижены показатели ЧСС, процентного содержания низкочастотного ком-

понента CP, LF/HF-отношения и более повышено содержание высокочастотного компонента (относительное и абсолютное). Это также указывает на повышение парасимпатической активности в январе.

**Заключение.** Таким образом, можно сказать, что у молодых мужчин в условиях Европейского Севера наблюдались сезонные изменения показателей, динамика которых различалась в исследованных группах, что отразилось на достоверности межгрупповых различий. Если в отношении показателей массы тела, жировой массы и индекса массы тела динамика у обслед-



**Рис.** Сезонная динамика индекса массы тела у обследованных молодых мужчин. Достоверность различий в группах между месяцами: относительно января # –  $p < 0,05$ ; относительно марта:

\* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ ; относительно июля: ^ –  $p < 0,05$ ; ^^ –  $p < 0,01$ .

**Fig.** Seasonal dynamics of body mass index in the examined young men. The reliability of differences in the groups between months: relative to January # –  $p < 0.05$ ; relative to March: \* –  $p < 0.05$ ; \*\* –  $p < 0.01$ ; relative to July: ^ –  $p < 0.05$ ; ^^ –  $p < 0.01$

дованных молодых мужчин была аналогичной, то длительное ежедневное нахождение на открытом воздухе приводит к более выраженным

признакам ваготонии у солдат-срочников, что отражается на сезонной динамике показателей сердечно-сосудистой системы.

#### Сведения об авторах:

*Татьяна Петровна Логинова* – кандидат биологических наук, научный сотрудник отдела экологической и медицинской физиологии, Институт физиологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук; 167982, Республика Коми, г. Сыктывкар, ГСП-2, ул. Первомайская, д. 50; e-mail: log73tag@yandex.ru

*Александр Борисович Байрхаев* – старший лаборант отдела экологической и медицинской физиологии, Институт физиологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук; 167982, Республика Коми, г. Сыктывкар, ГСП-2, ул. Первомайская, д. 50; e-mail: sir.alex-mari2012@yandex.ru

*Валентина Николаевна Тюкавкина* – старший лаборант отдела экологической и медицинской физиологии, Институт физиологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук; 167982, Республика Коми, г. Сыктывкар, ГСП-2, ул. Первомайская, д. 50; e-mail: valya.tyukavkina99@mail.ru

*Светлана Григорьевна Бойко* – доктор медицинских наук, кафедра хирургии Медицинского института, Сыктывкарский государственный университет; 167001, Республика Коми, г. Сыктывкар, ул. Пушкина, д. 114, каб. 20; e-mail: boiko60@mail.ru

*Евгений Рафаилович Бойко* – доктор медицинских наук, профессор, директор, Институт физиологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, заведующий кафедрой биохимии и физиологии Медицинского института, Сыктывкарский государственный университет; 167982, Республика Коми, г. Сыктывкар, ГСП-2, ул. Первомайская, 50; e-mail: boiko60@mail.ru

#### Information about the authors:

*Tatyana P. Loginova* – Cand. of Sci. (Biol.), researcher, the Department of Environmental and Medical Physiology, Institute of Physiology of Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; 167982, Republic of Komi, Syktyvkar GSP-2, Pervomayskaya str., 50; e-mail: log73tag@yandex.ru

*Alexandr B. Bayrhaev* – Researcher, the Department of Environmental and Medical Physiology, Institute of Physiology of Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; 167982, Republic of Komi, Syktyvkar, GSP-2, Pervomayskaya str., 50; e-mail: sir.alex-mari2012@yandex.ru

*Valentina N. Tyukavkina* – Researcher, the Department of Environmental and Medical Physiology, Institute of Physiology of Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; 167982, Republic of Komi, Syktyvkar, GSP-2, Pervomayskaya str., 50; e-mail: valya.tyukavkina99@mail.ru

*Svetlana G. Bojko* – Dr. of Sci. (Med.), the Department of Surgery, Medical Institute of Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, 167001, Republic of Komi, Syktyvkar, Pushkin str., 114, room 20; e-mail: boiko60@mail.ru

*Evgeniy R. Boyko* – Dr. of Sci. (Med.), Professor, Director of the Institute of Physiology of Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, head of the Department of Biochemistry and Physiology, Medical Institute of Pitirim Sorokin Syktyvkar State University; 167982, Republic of Komi, Syktyvkar, Pervomayskaya str., 50; e-mail: boiko60@inbox.ru

**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 — Т. П. Логинова, Е. Р. Бойко; сбор и математический анализ данных — А. Б. Байрхаев, В. Н. Тюкавкина, С. Г. Бойко; подготовка рукописи — Т.П. Логинова, С.Г. Бойко, Е.Р. Бойко.

**Authors' contributions.** All authors met the ICMJE authorship criteria.

*Special contribution:* TPL, EPB aided in the concept and plan of the study; ABB, VNT, SGB provided collection and mathematical analysis of data, TPL, SGB, ERB preparation of the manuscript.

**Соответствие принципам этики.** Работа проводилась согласно принципам этики Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации. Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом; Протокол обследования был одобрен этической комиссией ИФ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН от 01.11.2013 г.

**Adherence to ethical standards.** The work was carried out in accordance with the principles of ethics of the Declaration of Helsinki of the World Medical Association. The study protocol was approved by the local ethics committee of the Institute of Physiology, Federal Research Center, Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia.

**Потенциальный конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

**Финансирование.** Исследование не имеет финансовой поддержки.

**Funding.** The study was carried out without additional funding.

Поступила/Received: 20.02.2024

Принята к печати/Accepted: 15.05.2024

Опубликована/Published: 30.06.2024

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Бойко Е. Р., Канева А. М. Индексы липидного обмена в ранней диагностике сердечно-сосудистой патологии у человека на Севере // *Якутский медицинский журнал*. 2019. Т. 67, № 3. С. 96–101 [Boyko E. R., Kaneva A. M. Indices of lipid metabolism for the early diagnosis of cardiovascular disease in residents of the north. *Yakut medical journal*, 2019, Vol. 67, № 3, pp. 96–101 (In Russ.)]. doi:10.25789/YMJ.2019.67.27
- Марасанов А. В., Стехин А. А., Яковлева Г. В. Подход к обеспечению здоровьесбережения населения Арктической зоны Российской Федерации (обзор) // *Журн. мед.-биол. исследований*. 2021. Т. 9, № 2. С. 201–212 [Marasanov A. V., Stekhin A. A., Yakovleva G. V. An Approach to Public Health Protection in the Arctic Zone of the Russian Federation (Review). *Journal of Medical and Biological Research*, 2021, Vol. 9, № 2, pp. 201–212 (In Russ.)]. doi: 10.37482/2687-1491-Z058
- Sega R., Cesana G., Bombelli M., Grassi G., Stella M. L., Zanchetti A., Mancia G. Seasonal variations in home and ambulatory blood pressure in the PAMELA population. *J. Hypertens*, 1998, Vol. 16, №11, pp.1585–1592. doi: 10.1097/00004872-199816110-00004
- Liao J. N., Chao T. F., Liu C. J., Chen S. J., Hung C. L., Lin Y. J., Chang S. L., Lo L. W., Hu Y. F., Tuan T. C., Chung F. P., Chen T. J., Lip G. Y. H., Chen S. A. Seasonal variation in the risk of ischemic stroke in patients with atrial fibrillation: A nationwide cohort study. *Heart rhythm*, 2018, Vol. 15, № 11, pp. 1611–1616. doi:10.1016/j.hrthm.2018.06.043
- Хаснулин В. И., Хаснулин П. В. Современные представления о механизмах формирования северного стресса у человека в высоких широтах // *Экология человека*. 2012. № 1. С. 3–11 [Hasnulin V. I., Hasnulin P. V. Modern concepts of the mechanisms forming northern stress in humans in high latitudes. *Human Ecology*, 2012, № 1, pp. 3–11 (In Russ.)].
- Гурьева А. Б., Алексеева В. А., Николаев В. Г. Антропометрические и биоимпедансометрические параметры студентов Якутии в контексте гендерных различий // *Вестник новых медицинских технологий*. 2019. № 1. С. 139–144 [Guryeva A. B., Alekseeva V. A., Nikolaev V. G. Anthropometric and bioimpedance parameters of the students of Yakutia in the context of gender differences. *Journal of new medical technologies*, 2019, №1, pp. 139–144 (In Russ.)]. doi: 10.24411/2075-4094-2019-1628
- Westerterp K. R. Seasonal variation in body mass, body composition and activity-induced energy expenditure: a long-term study. *Eur J Clin Nutr.*, 2020, Vol. 74, pp. 135–140. doi: 10.1038/s41430-019-0408-y
- Кузьменко Н. В., Цырлин В. А., Плисс М. Г., Галагудза М. М. Сезонная динамика массы тела у здоровых людей: мета-анализ // *Физиология человека*. 2021. Т. 47, № 6. С. 100–114 [Kuzmenko N. V., Tsyrlin V. A., Pliss M. G., Galagudza M. M. Seasonal body weight dynamics in healthy people: a meta-analysis. *Human physiology*, 2021, Vol. 47, № 6. pp. 100–114 (In Russ.)]. doi: 10.1134/S0362119721060062
- Tanaka N., Okuda T., Shinohara H., Yamasaki R. S., Hirano N., Kang J., Ogawa M., Nishi N. N. Relationship between Seasonal Changes in Food Intake and Energy Metabolism, Physical Activity, and Body Composition in Young Japanese Women. *Nutrients*. 2022, № 14(3), 506. doi: 10.3390/nu14030506

10. Соколов А. Я., Суханова И. В. Соматофизиологические показатели у студентов Северного международного университета // *Экология человека*. 2006. № 1. С. 24–27 [Sokolov A. Ya., Sukhanova I. V. Somatophysiological indices in students of Northern International University. *Human Ecology*, 2006, № 1, pp. 24–27 (In Russ.)].
11. Тятенкова Н. Н., Аминова О. С. Оценка функциональных возможностей кардиореспираторной системы у молодежи // *Здоровье населения и среда обитания*. 2021. Т. 29, № 7. С. 50–56 [Tyatenkova N. N., Aminova O. S. Assessment of functional capacities of the cardiorespiratory system in young adults. *Public health and habitat*, 2021, Vol. 29, №7, pp. 50–56 (In Russ.)]. doi: 10.35627/2219-5238/2021-29-7-50-56
12. Максимов А. Л., Лоскутова А. Н. Особенности структуры variability кардиоритма уроженцев Магаданской области в зависимости от типа вегетативной регуляции // *Экология человека*. 2013. № 6. С. 3–10 [Maximov A. L., Loskutova A. N. Heart rate variability structure features in persons born in Magadan region depending on vegetative regulation type. *Human Ecology*, 2013, № 6, pp. 3–10 (In Russ.)].

## СОПУТСТВУЮЩИЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ И ИХ РОЛЬ В РАЗВИТИИ И ТЕЧЕНИИ НОВОЙ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ У ПАЦИЕНТОВ С РЕВМАТИЧЕСКИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ: ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

В. В. Вахлевский\*, В. В. Тыренко

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

**ЦЕЛЬ.** Изучить особенности клинического течения ревматических заболеваний (РЗ), влияющих на риск возникновения и течение новой коронавирусной инфекции (НКИ).

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** В клинике факультетской терапии Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова обследованы 233 пациента обоих полов, страдающих ревматоидным артритом (РА) ( $n = 78$ , 33,5%), анкилозирующим спондилитом ( $n = 114$ ; 48,9%), псориатическим артритом ( $n = 28$ ; 12%), системной красной волчанкой ( $n = 13$ ; 5,6%). Пациентов разделили на 2 группы: 1-я группа – пациенты преимущественно с аутовоспалительным механизмом заболевания; 2-я группа – преимущественно с аутоиммунным механизмом. Пациентов обследовали в соответствии с действующими клиническими рекомендациями для каждой нозологической формы.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** В качестве факторов риска развития НКИ получены статистически значимые различия у пациентов со спондилоартритами с более низким уровнем липопротеидов низкой плотности (2 ммоль/л), индексом активности DAPSA (2 балла), приемом эналаприла ( $p = 0,013$ ; 95% ДИ: 1,568 – 25,374) и применением секукинумаба ( $p = 0,024$ ; 95% ДИ: 1,120 – 8,236). К факторам риска развития COVID-19 у пациентов с аутоиммунными заболеваниями относятся низкий уровень аспартатаминотрансферазы (АСТ) (16 МЕ/л), прием лозартана ( $p = 0,024$ ; 95% ДИ: 1,351 – 47,374) и применение тоцилизумаба ( $p = 0,037$ ; 95% ДИ: 1,128 – 117,238).

**ОБСУЖДЕНИЕ.** Взаимосвязь указанных факторов с риском развития НКИ обусловлена проявлением активности основного РЗ (более низкий уровень АСТ характерен, например, для низкой активности системной красной волчанки), а также влиянием на сам воспалительный процесс как защитно-приспособительную реакцию организма на вторжение чужеродного агента. Воспаление и степень выраженности воспалительной реакции не только влияют на риск возникновения НКИ, но и на течение данной инфекции. Так, более низкая активность при анкилозирующем спондилите по индексу ASDAS (менее 2 баллов), РА по индексу DAS28 (менее 3 баллов) ассоциировалась с более тяжелым течением НКИ. Такая же закономерность прослеживалась и в отношении периода от даты введения генно-инженерных биологических препаратов до даты появления первых симптомов НКИ (чем он меньше, тем тяжелее протекал инфекционный процесс).

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** В исследовании продемонстрировано, что риск развития НКИ ассоциирован с более низким уровнем липопротеидов низкой плотности, АСТ, индексом активности DAPSA, приемом эналаприла, лозартана, применением секукинумаба, тоцилизумаба. Активность АС по индексу ASDAS (менее 2 баллов), РА по индексу DAS28 (менее 3 баллов), а также длительность интервала между датой введения иммуносупрессивных препаратов и появлением первых симптомов НКИ (менее 6 дней) сопровождалась более тяжелым течением НКИ. Лечение сопутствующих сердечно-сосудистых заболеваний является дополнительным фактором, способствующим снижению активности РЗ. Прием таких препаратов, как эналаприл, лизиноприл, бисопролол и верошпирон у пациентов с низкой активностью иммуновоспалительных РЗ в первую неделю заболевания может быть сопряжен с повышенным риском более тяжелого течения НКИ.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** морская медицина, COVID-19, аутоиммунные заболевания, сопутствующие заболевания

\*Для корреспонденции: Вахлевский Виталий Васильевич, e-mail: [vahlewsky@yandex.ru](mailto:vahlewsky@yandex.ru)

\*For correspondence: Vitalii V. Vakhlevskii, e-mail: [vahlewsky@yandex.ru](mailto:vahlewsky@yandex.ru)

**Для цитирования:** Вахлевский В. В., Тыренко В. В. Сопутствующие заболевания и их роль в развитии и течении новой коронавирусной инфекции у пациентов с ревматическими заболеваниями: оригинальное исследование // *Морская медицина*. 2024. Т. 10, № 2. С. 77–89, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-2-77-89> EDN: <https://elibrary.ru/DLIYGU>

**For citation:** Vakhlevskiy V. V., Tyrenko V. V. Concomitant diseases and their role in the development and course of a new coronavirus infection in patients with rheumatic diseases: original research // *Marine Medicine*. 2024. Vol. 10, № 2. P. 77–89, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-2-77-89> EDN: <https://elibrary.ru/DLIYGU>

© Авторы, 2024. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Научно-исследовательский институт промышленной и морской медицины федерального медико-биологического агентства». 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>

# CONCOMITANT DISEASES AND THEIR ROLE IN THE DEVELOPMENT AND COURSE OF A NEW CORONAVIRUS INFECTION IN PATIENTS WITH RHEUMATIC DISEASES: ORIGINAL RESEARCH

*Vitaliy V. Vakhlevskiy\**, *Vadim V. Tyrenko*  
Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia

**OBJECTIVE.** To study the features of the clinical course of rheumatic diseases affecting the risk of occurrence and course of a new coronavirus infection.

**MATERIALS AND METHODS.** An examination of 233 persons of both sexes with various immuno-inflammatory rheumatic diseases who were hospitalized in the clinic of faculty therapy of the Military Medical Academy named after S.M. Kirov, which included: rheumatoid arthritis ( $n=78$ , 33.5%), ankylosing spondylitis ( $n = 114$ ; 48.9%), psoriatic arthritis ( $n=28.12\%$ ), systemic lupus erythematosus ( $n=13$ , 5.6%). An informed consent to participate in the study was signed with each of them. Patients who met the inclusion criteria were divided into 2 groups: the 1st group of patients, including immuno-inflammatory rheumatic diseases with a predominantly autoinflammatory mechanism; the 2nd group of patients, including IIRS with a predominantly autoimmune mechanism. The examination of patients with rheumatic diseases was carried out in accordance with the current clinical recommendations for each nosological form. Laboratory and instrumental studies were carried out in a certified laboratory and diagnostic departments of the Military Medical Academy named after S.M. Kirov.

**RESULTS.** Statistically significant differences were obtained as risk factors for the development of a new coronavirus infection in patients with spondyloarthritis with lower levels of low-density lipoprotein (2 mmol/l), DAPSA activity index (2 points), enalapril intake ( $p = 0.013$ ; 95 % CI: 1.568 – 25.374) and secukinumab use ( $p = 0.024$ ; 95% CI: 1,120 – 8,236). Risk factors for COVID-19 in patients with autoimmune diseases include: low levels of aspartate aminotransferase (16 IU/l), taking losartan ( $p = 0.024$ ; 95% CI: 1,351 – 47.374) and using tocilizumab ( $p = 0.037$ ; 95% CI: 1,128 – 117.238).

**DISCUSSION.** The relationship of these factors to the risk of developing a new coronavirus infection is associated not only with the manifestation of the activity of the underlying rheumatic disease (a lower AST level is characteristic, for example, of low SLE activity), but also with the effect on the inflammatory process itself — as a protective and adaptive reaction of the body to the invasion of a foreign agent. Inflammation and the severity of the inflammatory reaction not only affect the risk of new coronavirus infection, but also the course of this infection. Thus, lower activity in ankylosing spondylitis according to the ASDAS index (less than 2 points), rheumatoid arthritis according to the DAS28 index (less than 3 points) was associated with a more severe course of new coronavirus infection. The same pattern was observed with respect to the period from the date of administration of genetically engineered biological drugs to the date of the first symptoms of new coronavirus infection (the smaller it is, the more severe the infectious process was).

**CONCLUSION.** Our study demonstrated that the risk of developing a new coronavirus infection is associated with lower LDL, AST, DAPSA activity index, enalapril intake, losartan, using secukinumab, tocilizumab. The activity of AS according to the ASDAS index (less than 2 points), RA according to the DAS28 index (less than 3 points), as well as the duration of the interval between the date of administration of immunosuppressive drugs and the appearance of the first symptoms of a new coronavirus infection (less than 6 days) were accompanied by a more severe course of a new coronavirus infection. Treatment of concomitant cardiovascular diseases is an additional factor contributing to a decrease in the activity of rheumatic disease. Taking drugs such as enalapril, lisinopril, bisoprolol and veroshpiron in patients with low IIRD activity in the first week of the disease may be associated with an increased risk of a more severe course of a new coronavirus infection.

**KEYWORDS:** marine medicine, COVID-19, autoimmune diseases, concomitant diseases

**Введение.** Проблема взаимоотношения влияния ревматических и инфекционных заболеваний всегда представляла как научный, так и практический интерес в ревматологии. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) в мире насчитывается около 1,2 тыс. различных инфекционных заболеваний.

На протяжении тысячелетий эпидемии меняли историю человечества. Чума, оспа или грипп «испанка», охватившие мир, унесли сотни миллионов жизней.

В XXI веке человечество столкнулось с пандемией вирусной инфекции, которая оказала свое глобальное влияние не только на мировую

экономику, но и изменила течение и прогноз многих заболеваний, в том числе ревматических.

Пандемия коронавирусного заболевания 2019 (coronavirus disease 2019 — COVID-19; прежде — 2019-nCoV), вызванная вирусом SARS-CoV-2, началась в декабре 2019 года в провинции Хубэй Китайской Народной Республики, а 30 января 2020 года Чрезвычайный комитет ВОЗ объявил глобальную чрезвычайную ситуацию в области здравоохранения [1].

Данная пандемия вскрыла целый ряд проблем в медицине, таких как организация медицинской помощи при массовом поступлении па-

циентов, отсутствие полноценных регистров по ряду направлений медицины. Это, в свою очередь, отразилось на сложности оценки распространенности новой коронавирусной инфекции (НКИ) среди пациентов с различными нозологическими формами, в том числе и с РЗ.

Первый регистр был организован Глобальным ревматологическим альянсом, в котором уже с первых месяцев пандемии проанализированы данные 600 пациентов с РЗ и COVID-19 из 40 стран.

Первые результаты анализа из этого регистра учитывали лишь влияние различных факторов (пол, возраст, статус курения, сопутствующие заболевания, влияние иммуносупрессивных «противоревматических» препаратов) на риск госпитализации. Несомненным достоинством данной работы было выявление групп риска, связанных с госпитализацией. В качестве групп риска наибольшее значение имели возраст старше 65 лет (ОШ = 2,56; 95 % ДИ 1,62–4,04), гипертония/сердечно-сосудистые заболевания (ОШ = 1,86; 95 % ДИ 1,23–2,81), заболевания легких (ОШ = 2,48; 95 % ДИ 1,55–3,98), диабет (ОШ = 2,61; 95 % ДИ 1,39–4,88), хроническая почечная недостаточность/терминальная стадия почечной недостаточности (ОШ = 3,02; 95% ДИ 1,21–7,54) (все  $p < 0,05$ ). При оценке влияния иммуносупрессивных «противоревматических» препаратов на риск госпитализации авторами выявлены более высокие шансы у пациентов, получающих глюкокортикоиды в дозах, эквивалентных преднизолону  $\geq 10$  мг/сут (ОШ = 2,05; 95% ДИ 1,06–3,96;  $p = 0,03$ ). Анализ влияния активности заболевания не выявил достоверно значимых различий [2]. При этом отсутствуют данные о распространенности НКИ среди пациентов с иммуновоспалительными РЗ и факторах, влияющих на риск заражения НКИ.

Метаанализ 62 обсервационных исследований, включающих 319 025 пациентов с различными аутоиммунными заболеваниями из 15 стран, показал, что распространенность COVID-19 составила 0,011 (95 %; ДИ: 0,005–0,025). При этом распространенность среди пациентов с системной красной волчанкой (СКВ), синдромом Шегрена, системной склеродермией (ССД) была более высокой и составила (0,034) [3].

Метаанализ семи исследований, контролируемых в каждом конкретном случае, показал, что риск COVID-19 при аутоиммунных забо-

леваниях был значительно выше, чем у пациентов из контрольной группы (ОШ = 2,19; 95 % ДИ: 1,05 – 4,58,  $p = 0,038$ ) [4].

В нескольких исследованиях сравнивали пациентов с РЗ и без них с целью выявления факторов риска заражения SARS-CoV-2 и неблагоприятных исходов. При анализе показателей 52 пациентов с различными РЗ, по сравнению со 104 без РЗ, К. М. D'Silva и соавт. обнаружили, что доля пациентов, госпитализированных по поводу COVID-19, и смертность от заболевания были одинаковыми между 2 группами [5]

Как видно из представленных анализов, распространенность НКИ среди пациентов с РЗ достаточно высокая.

В различных исследованиях рассматривался вопрос о том, повышается ли риск заражения COVID-19 среди пациентов с аутоиммунными заболеваниями. Авторами исследования, проведенного в Европе, в котором сравнительный анализ 20 364 пациентов с РЗ с положительным результатом теста SARS-CoV-2 и 34 697 пациентов с РЗ с отрицательным результатом теста, не выявило связи между наличием аутоиммунного заболевания и положительным результатом теста на COVID-19 [6]

Отдельно стоит отметить исследования, посвященные влиянию различных иммуносупрессивных препаратов, в частности, генно-инженерных биологических препаратов (ГИБП), на исходы НКИ. Авторами проанализировано 2869 пациентов с РА из баз данных Глобального ревматологического альянса и Европейского альянса ассоциации ревматологов (EULAR) по COVID-19, для лечения которых применяли абатацепт (АБТ) ( $n = 237$ ), ритуксимаб (РТМ) ( $n = 364$ ), ингибиторы интерлейкина-6 (IL-6) ( $n = 317$ ), ингибиторы янус-киназ ( $n = 563$ ) или ингибиторы фактора некроза опухоли (анти-ФНО- $\alpha$ ) ( $n = 1388$ ). В своем исследовании авторы пришли к выводу, что применение ритуксимаба или ингибиторов янус-киназ во время инфекции COVID-19 связано с худшими исходами COVID-19 по сравнению с пациентами, принимающими препараты анти-ФНО- $\alpha$  [7].

Большинство исследований, посвященных изучению факторов, влияющих на риск развития и тяжесть НКИ, носят описательный характер без попыток поиска причин этих изменений.

Таким образом, оценка распространенности НКИ среди пациентов с РЗ представляет опре-



деленные трудности из-за отсутствия общемировых регистров для пациентов с РЗ. Также в большинстве исследований не выявлены факторы риска заражения НКИ среди пациентов с РЗ, а наличие противоречивых данных о факторах, влияющих на тяжесть НКИ, не позволяет разработать единых подходов к мерам, препятствующим более тяжелому течению НКИ.

Цель исследования. Поставлена задача изучить особенности клинического течения РЗ, влияющие на риск возникновения и развитие НКИ.

**Материалы и методы.** Обследованы 233 пациента обоих полов с различными иммуновоспалительными РЗ (ИВРЗ), находившихся на стационарном лечении в условиях клиники факультетской терапии Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова (ВМедА), в которые входили:

- ревматоидный артрит ( $n = 78$ ; 33,5 %),
- анкилозирующий спондилит (АС) ( $n = 114$ ; 48,9 %),
- псориазический артрит (ПсА) ( $n = 28$ ; 12 %),
- системная красная волчанка (СКВ) ( $n = 13$ ; 5,6 %).

Активность РЗ определяли в соответствии с критериями, установленными для каждого РЗ:

- ревматоидный артрит (DAS28 – Disease activity score) СРБ, 2010;
- анкилозирующий спондилит (ASDAS – AS Disease Activity Score), СРБ;
- системная красная волчанка (SELENA-SLEDAI – Systemic Lupus Erythematosus Disease activity score);
- псориазический артрит (DAPSA – Disease Activity Index for Psoriatic Arthritis)

С каждым из них подписывалось информированное согласие на участие в исследовании. Пациенты, соответствующие критериям включения, были разделены на 2 группы: 1-я группа пациентов, включающая ИВРЗ с преимущественно аутовоспалительным механизмом; 2-я группа пациентов, включающая ИВРЗ с преимущественно аутоиммунным механизмом.

Пациентов с РЗ обследовали в соответствии с действующими клиническими рекомендациями для каждой нозологической формы. Лабораторные и инструментальные исследования проводили в сертифицированной лаборатории и диагностических отделениях ВМедА.

Статистическую обработку данных проводили с помощью программного обеспечения Sta-

tistica 10 (США). Нормальность распределения определяли с помощью критерия Шапиро–Уилка (число исследуемых менее 50) или критерия Колмогорова–Смирнова (число исследуемых более 50). При нормальном распределении результаты описывали с помощью средних арифметических величин ( $M$ ) и стандартных отклонений ( $SD$ ), границ 95 % доверительного интервала (95 % ДИ).

При сравнении двух групп по количественному показателю при нормальном распределении использовали  $t$ -критерий Стьюдента. При сравнении двух групп по количественному показателю и отсутствию нормального распределения использовали  $U$ -критерий Манна–Уитни. Сравнение процентных долей при анализе четырехпольных и многопольных таблиц сопряженности выполняли с помощью критерия  $\chi$ -квадрат Пирсона (при значениях ожидаемого явления более 10), точного критерия Фишера (при значениях ожидаемого явления менее 10)

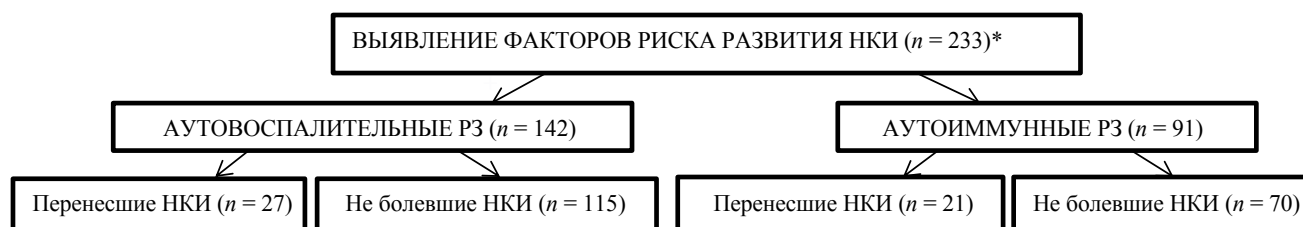
**Результаты.** Среди пациентов с ИВРЗ с преимущественно аутовоспалительным механизмом наличие таких факторов, как низкий уровень липопротеидов низкой плотности (ЛПНП) (табл. 1), прием эналаприла (табл. 2) и применение секукинумаба (табл. 3) ассоциировались с высоким уровнем заражения НКИ. В то время у пациентов с ИВРЗ с преимущественно аутоиммунным механизмом неблагоприятное влияние на риск развития НКИ оказывали прием лозартана (табл. 4) и применение тоцилизумаба (табл. 5).

Тяжесть течения НКИ у пациентов с РЗ зависела от активности РЗ (рис. 1) и длительности периода от даты введения иммуносупрессивных «противоревматических» препаратов до появления симптомов НКИ (рис. 2, 3). При анализе факторов, влияющих на активность РЗ выявлен ряд особенностей.

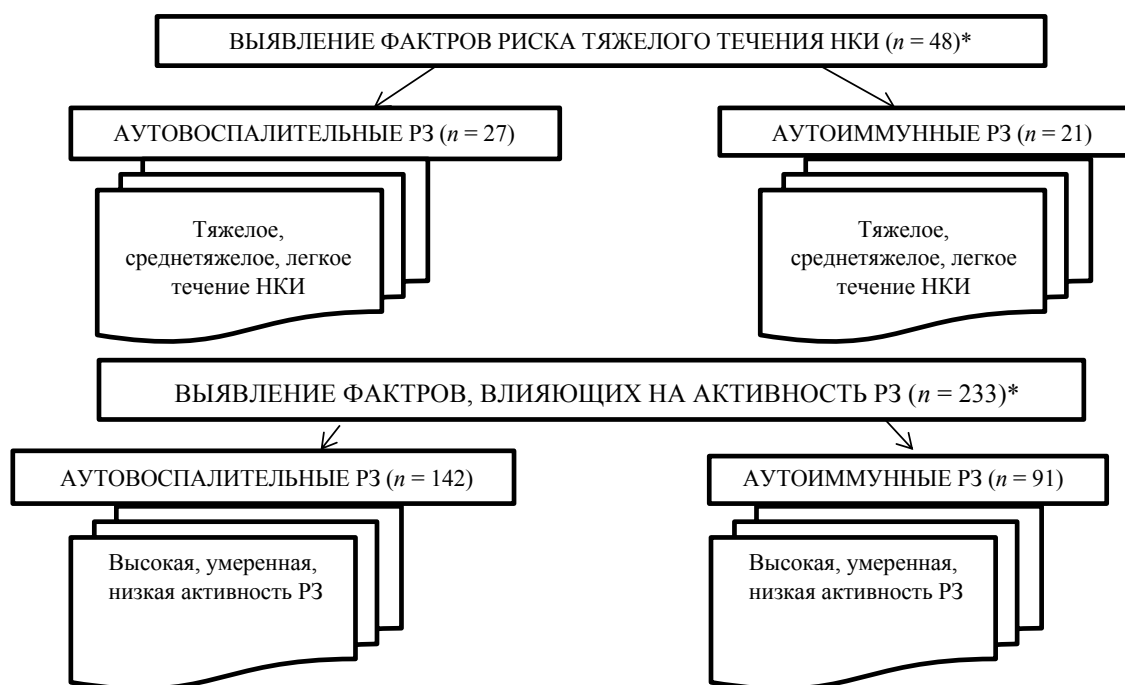
При анализе связи сопутствующих заболеваний с активностью РЗ в группе пациентов с анкилозирующим спондилитом продемонстрировано существенное влияние гипертонической болезни I стадии (табл. 6), ишемической болезни сердца (табл. 7) и хронической сердечной недостаточности (табл. 8), дислипидемии (табл. 9), для которых была характерна более низкая активность заболевания.

В основе вышеуказанных заболеваний лежит атеросклероз как проявление хронического воспалительного процесса, а также дисбаланс в

### Дизайн исследования



### Продолжение дизайна исследования



*Примечание.* \* – Оценивалось влияние следующих факторов: немодифицируемые факторы (рост, пол, возраст, дата начала ревматического заболевания, наличие родственников имеющих РЗ), модифицируемые факторы (статус курения, масса тела, ИМТ), показатели гемограммы (эритроциты, лейкоциты, тромбоциты, лейкоцитарная формула, гемоглобин, СОЭ), показатели липидограммы (ОХ, ЛПНП, ЛПОНП, ЛПВП), показатели биохимического анализа крови (общий белок, СРБ, креатинин, мочевины, общий билирубин, АЛТ, АСТ, общий билирубин, натрий, калий, фибриноген), индексы активности (ASDAS, BASDAI, DAPSA, SELENA-SLEDAI, DAS28), наличие сопутствующих заболеваний (ГБ, ИБС, ХСН, ХОБЛ, БА, ФП, экстрасистолия, СД, ХБП, наличие ОНМК и ОИМ в анамнезе) и состояний (атеросклероз аорты, атеросклероз коронарных артерий, нарушение толерантности к глюкозе, дислипидемия), лекарственных препаратов для лечения сопутствующих заболеваний (эналаприл, лизиноприл, периндоприл, лозартан, телмисартан, валсартан, метопролол, бисопролол, аторвастатин, розувовтатин, гипотиазид, индапамид, торасемид), препаратов для лечения РЗ (сульфасалазин, метотрексат, лефлуномид, гидроксихлорохин, адалимумаб, голимумаб, цертолизумаб – пегол, нетакимаб, секукинумаб, упадацитиниб).

*Note.* \* – The influence of the following factors was assessed: unmodified factors (height, gender, age, date of onset of rheumatic disease, presence of relatives with rheumatic diseases), modifiable factors (smoking status, body weight, body mass index), hemogram indicators (erythrocytes, leukocytes, platelets, leukocyte formula, hemoglobin, rate of erythrocyte sedimentation), lipidogram indicators (total cholesterol, LDL, VLDL, HDL), indicators of biochemical blood analysis (total protein, CRP, creatinine, urea, total bilirubin, ALT, AST, total bilirubin, sodium, potassium, fibrinogen), activity indices (ASDAS, BASDAI, DAPSA, SELENA-SLEDAI, DAS28), the presence of concomitant diseases (hypertension, coronary heart disease, chronic heart failure, chronic obstructive pulmonary disease, asthma, atrial fibrillation, extrasystole, diabetes mellitus, chronic kidney disease, the presence of acute cerebrovascular accident and myocardial infarction in the anamnesis) and conditions (aortic atherosclerosis, coronary artery atherosclerosis, impaired glucose tolerance, dyslipidemia), drugs for the treatment of concomitant diseases (enalapril, lisinopril, perindopril, losartan, telmisartan, valsartan, metoprolol, bisoprolol, atorvastatin, rosuvovtatin, hypothyazide, indapamide, torasemide), drugs for the treatment of rheumatic diseases (sulfasalazine, methotrexate, leflunomide, hydroxychloroquine, adalimumab, golimumab, certolizumab – pegol, netakimab, secukinumab, upadacitinib).

Таблица 1

**Связь уровня липопротеидов низкой плотности с риском развития новой коронавирусной инфекции**

Table 1

**The relationship of low-density lipoproteins (mmol/L) levels with the risk of developing a new coronavirus infection**

Категория	Липопротеиды низкой плотности (ммоль/л)			p
	Me	Q <sub>1</sub> – Q <sub>3</sub>	n	
Пациенты, не болевшие НКИ	3	2 – 3	115	0,048*
Пациенты, болевшие НКИ	2	2 – 3	27	

*Примечание:* \* – различия показателей статистически значимы ( $p < 0,05$ ); НКИ – новая коронавирусная инфекция  
*Note:* \* – differences are statistically significant ( $p < 0.05$ ), НКИ – new coronavirus infection

Таблица 2

**Риск развития новой коронавирусной инфекции в зависимости от приема ингибиторов ангиотензинпревращающего фермента**

Table 2

**The risk of developing a new coronavirus infection depending on the intake of ace inhibitors**

Категория	ПЦП SARS-CoV-2		p
	Пациенты, не болевшие НКИ, n (%)	Пациенты, болевшие НКИ, n (%)	
Пациенты, не принимающие эналаприл	111 (96,5)	22 (81,5)	0,013*
Пациенты, принимающие эналаприл	4 (3,5)	5 (18,5)	

*Примечание:* \* – различия показателей статистически значимы ( $p < 0,05$ ); НКИ – новая коронавирусная инфекция  
*Note:* \* – differences are statistically significant ( $p < 0.05$ ); НКИ – new coronavirus infection

Таблица 3

**Анализ взаимосвязи между применением секукинаума и риском развития новой коронавирусной инфекции**

Table 3

**Analysis of the relationship between the use of secukinumab and the risk of developing a new coronavirus**

Категория	ПЦП SARS-CoV-2		p
	Пациенты, не болевшие НКИ, n (%)	Пациенты, болевшие НКИ, n (%)	
Пациенты, не принимающие секукинаум	101 (87,8)	19 (70,4)	0,024*
Пациенты, принимающие секукинаум	14 (12,2)	8 (29,6)	

*Примечание:* \* – Различия показателей статистически значимы ( $p < 0,05$ ); НКИ – новая коронавирусная инфекция  
*Note:* \* – Differences are statistically significant ( $p < 0.05$ ); НКИ – new coronavirus infection

ренин-ангиотензин-альдостероновой системе. Казалось бы, что данные заболевания, наоборот, должны приводить к увеличению индексов активности, однако дальнейший анализ показал, что, во-первых, прием таких препаратов, как  $\beta$ -блокаторов (бисопролол) (рис. 4), иАПФ (эналаприл) (рис. 5), способствует снижению активности у пациентов из группы спондилоартритов.

Во-вторых, у пациентов с СКВ с наличием в анамнезе острого нарушения мозгового кровообращения, наоборот, отмечались более высокие значения индексов активности (вероятнее всего, как проявление недостаточного контроля факторов риска развития ОНМК) (табл. 10).

**Обсуждение.** Одним из важных наблюдений нашего исследования было выявление

Таблица 4

**Риск развития новой коронавирусной инфекции в зависимости от приема сартанов**

Table 4

**The risk of developing a new coronavirus infection depending on the intake of sartans**

Категория	ПЦП SARS-CoV-2		p
	Пациенты, не болевшие НКИ, n (%)	Пациенты, болевшие НКИ, n (%)	
Пациенты, не принимающие лозартан	68 (97,1)	17 (81,0)	0,024*
Пациенты, принимающие лозартан	2 (2,9)	4 (19,0)	

Примечание: \* – Различия показателей статистически значимы ( $p < 0,05$ ); НКИ – новая коронавирусная инфекция  
 Note: \* – Differences are statistically significant ( $p < 0.05$ ); НКИ – new coronavirus infection

Таблица 5

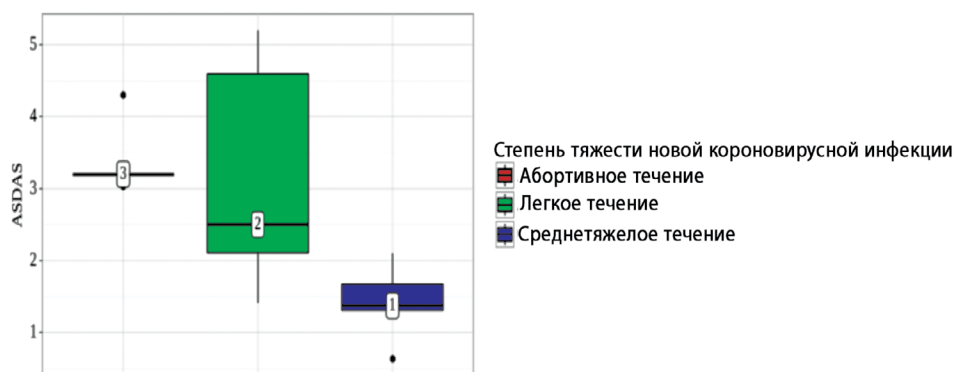
**Анализ взаимосвязи между применением тоцилизумаба и риском развития новой коронавирусной инфекции**

Table 5

**Analysis of the relationship between the use of tocilizumab and the risk of developing a new coronavirus infection**

Категория	ПЦП SARS-CoV-2		p
	Пациенты, не болевшие НКИ, n (%)	Пациенты, болевшие НКИ, n (%)	
Пациенты, не принимающие тоцилизумаб	69 (98,6)	18 (85,7)	0,037*
Пациенты, принимающие тоцилизумаб	1 (1,4)	3 (14,3)	

Примечание: \* – Различия показателей статистически значимы ( $p < 0,05$ ); НКИ – новая коронавирусная инфекция  
 Note: \* – Differences are statistically significant ( $p < 0.05$ ); НКИ – new coronavirus infection



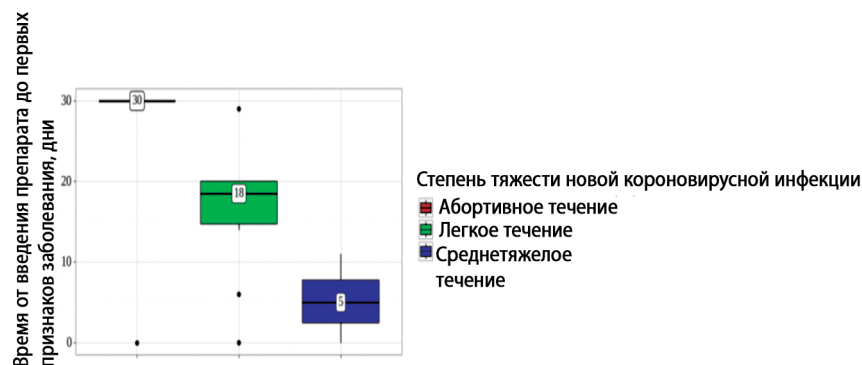
**Рис. 1.** Влияние активности ревматического заболевания на тяжесть течения новой коронавирусной инфекции

**Fig. 1.** The effect of rheumatic disease activity on the severity of the course of a new coronavirus infection

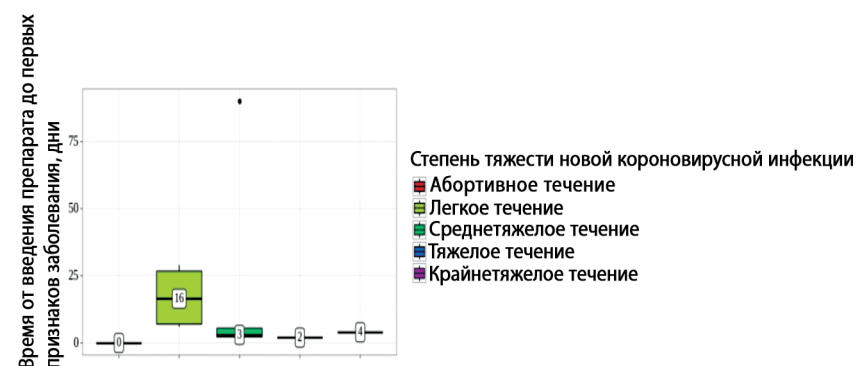
факторов, влияющих на риск развития и тяжесть течения НКИ у исследуемой группы пациентов.

Общим связующим звеном всех вышеперечисленных факторов является воспаление и влияние этих факторов на выраженность воспаления.

Одним из интегральных факторов, влияющих на риск заражения и тяжелого течения НКИ, является активность заболевания. Активность РЗ – клиническое отражение выраженности воспалительного процесса. Воспаление, несомненно, является защитно-приспособительным механизмом при острых процессах. В то же время при



**Рис. 2.** Влияние длительности периода от даты введения иммуносупрессивного препарата до появления симптомов новой коронавирусной инфекции  
**Fig. 2.** The effect of the duration of the period from the date of administration of the immunosuppressive drug to the appearance of symptoms of a new coronavirus infection



**Рис. 3.** Влияние длительности периода от даты введения иммуносупрессивного препарата до появления симптомов новой коронавирусной инфекции  
**Fig. 3.** The effect of the duration of the period from the date of administration of the immunosuppressive drug to the appearance of symptoms of a new coronavirus infection

Таблица 6

**Анализ активности ревматического заболевания в зависимости от наличия гипертонической болезни (ГБ)**

Table 6

**Analysis of the activity of rheumatic disease depending on the presence of hypertension**

Показатель	Категория	Гипертоническая болезнь (ГБ) I стадии			p
		Me	Q <sub>1</sub> – Q <sub>3</sub>	n	
ASDAS (баллы)	Пациенты без ГБ	3	2 – 4	112	0,030*
	Пациенты с ГБ	2	1 – 2	9	

Примечание: \* – различия показателей статистически значимы (p < 0,05)

Note: \* – differences are statistically significant (p < 0.05)

Таблица 7

**Анализ активности ревматического заболевания в зависимости от наличия ишемической болезни сердца**

Table 7

**Analysis of the activity of rheumatic disease depending on the presence of coronary heart disease**

Показатель	Категория	Ишемическая болезнь сердца (ИБС)			p
		M ± SD	95 % ДИ	n	
BASDAI (баллы)	Пациенты без ИБС	4 ± 2	4 – 5	100	0,041*
	Пациенты с ИБС	3 ± 2	2 – 4	20	

Примечание: \* – различия показателей статистически значимы (p < 0,05)

Note: \* – differences are statistically significant (p<0.05)

Таблица 8

**Анализ активности ревматического заболевания в зависимости от наличия хронической сердечной недостаточности**

Table 8

**Analysis of the activity of rheumatic disease depending on the presence of chronic heart failure**

Показатель	Категория	Хроническая сердечная недостаточность (ХСН)			p
		Me	Q <sub>1</sub> – Q <sub>3</sub>	n	
ASDAS (баллы)	Пациенты без ХСН	3	2 – 4	97	0,013*
	Пациенты с ХСН	2	1 – 3	24	

Примечание: \* – различия показателей статистически значимы ( $p < 0,05$ )

Note: \* – differences are statistically significant ( $p < 0.05$ )

Таблица 9

**Анализ активности ревматического заболевания в зависимости от наличия дислипидемии**

Table 9

**Analysis of the activity of rheumatic disease depending on the presence of dyslipidemia**

Показатель	Категория	Дислипидемия			p
		Me	Q <sub>1</sub> – Q <sub>3</sub>	n	
ASDAS (баллы)	Пациенты без дислипидемии	3	2 – 4	88	0,020*
	Пациенты с дислипидемией	2	1 – 3	33	

Примечание: \* – различия показателей статистически значимы ( $p < 0,05$ )

Note: \* – differences are statistically significant ( $p < 0.05$ )

Таблица 10

**Анализ активности ревматического заболевания в зависимости от наличия острого нарушения мозгового кровообращения (ОНМК) в анамнезе**

Table 10

**Analysis of the activity of rheumatic disease depending on the presence of an acute cerebral circulatory disorder in the anamnesis**

Показатель	Категория	ОНМК в анамнезе			p
		Me	Q <sub>1</sub> – Q <sub>3</sub>	n	
SELENA-SLEDAI	Пациенты без ОНМК в анамнезе	4	2 – 6	11	0,037*
	Пациенты с ОНМК в анамнезе	20	15 – 25	2	

Примечание: \* – различия показателей статистически значимы ( $p < 0,05$ )

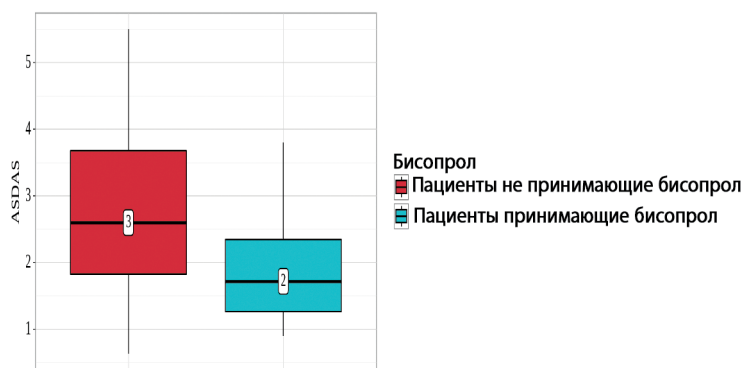
Note: \* – differences are statistically significant ( $p < 0.05$ )

хронических процессах воспаление из защитной реакции переходит в патологический процесс.

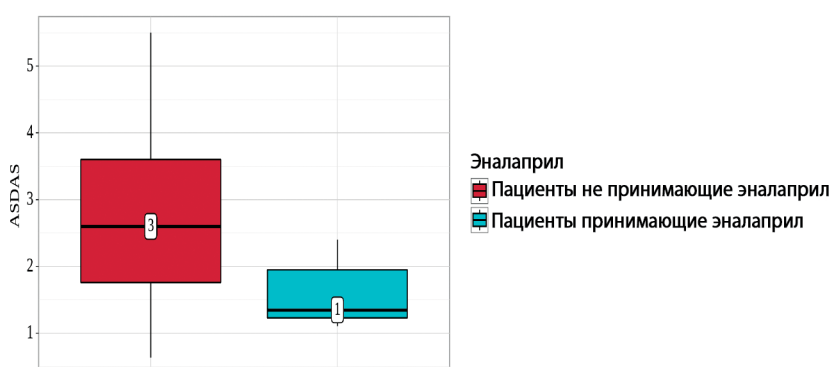
Поскольку в основе РЗ лежит хронический воспалительный процесс, а клиническим эквивалентом выраженности воспалительной реакции у данной категории пациентов является активность РЗ, то, соответственно, чем ниже активность РЗ, тем менее выражен воспалительный процесс. Исходя из этой концепции, остальные факторы нами оценивались с точки зрения влияния на активность заболевания.

Повышение уровня холестерина ЛПНП – основной фактор риска, связанный с образованием атеросклеротической бляшки и развитием атеросклероза [8].

Окисленные ЛПНП активируют на поверхности макрофагов нуклеотидсвязывающий домен олигомеризации – подобный рецептор семейства пирин-доменсодержащих белков (NLRP3) с последующей сборкой инфламмосомы [9], что впоследствии запускает каспазу-1 и связанную с этим продукцию интерлейкина (IL)-1 $\beta$



**Рис. 4.** Влияние приема бисопролола на активность ревматического заболевания  
**Fig. 1.** The effect of taking bisoprolol on the activity of rheumatic disease



**Рис. 5.** Влияние приема эналаприла на активность ревматического заболевания  
**Fig. 1.** The effect of taking enalapril on the activity of rheumatic disease

и IL-18 [10]. Кроме того, в ряде исследований продемонстрировано, что модифицированные ЛПНП способны увеличивать экспрессию на поверхности иммунокомпетентных клеток Толл-подобные рецепторы (TLR)4 без влияния на TLR2. В связи с чем авторами высказывается предположение, что недоокисленные ЛПНП могут действовать как лиганд для TLR4 и активировать фактор транскрипции (NF-κB) [11].

Таким образом, повышенный уровень ЛПНП является важным фактором в поддержании системного воспаления и, следовательно, высокой активности заболевания.

Отдельного внимания заслуживает обсуждение влияния ренин-ангиотензин-альдостероновой системы в поддержании системного воспалительного процесса и возможности снижения уровня воспалительной реакции с помощью препаратов, направленных на блокирование различных звеньев этой системы.

Ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента и сартаны являются одними из самых назначаемых препаратов в мире. В ряде исследований показано, что ангиотензин II стимулирует провоспалительные реакции через активацию ангиотензиновых 1 рецепторов на

поверхности макрофагов [12]. В конечном итоге ангиотензин II способствует увеличению продукции макрофагами таких цитокинов, как трансформирующий фактор роста - β (TGF-β), IL-1, интерферонов (IFN) и TNF-α, тем самым способствуя дифференцировке и поляризации моноцитов в провоспалительный фенотип [13, 12, 14]. Кроме того, ангиотензин II способствует пролиферации Т-клеток-хелперов (Th) 1 и Th17 за счет стимуляции продукции интерферона гамма (IFN-γ) и IL-17 и снижения продукции IL-4 [15, 16].

В нескольких исследованиях был сделан вывод, что иАПФ полезны для предотвращения почечной недостаточности, протеинурии и ослабления воспалительной реакции при аутоиммунных и сердечно-сосудистых заболеваниях. Однако это лечение улучшило исход лишь некоторых аутоиммунных заболеваний, таких как РА, рассеянный склероз (РС) и системная красная волчанка, за счет снижения продукции провоспалительных цитокинов. Такие цитокины, как IL-12 и TNF-α, значительно снижаются в моделях аутоиммунных заболеваний, получающих иАПФ, а прием сартанов, кроме того, приводил к снижению выработки аутоантител,



экспрессии цитокинов и активации иммунных клеток.

Лечение иАПФ также снижало активацию генов NF- $\kappa$ B, тем самым предотвращая воспалительную стимуляцию эндотелия сосудов, связанную с атеросклерозом [17].

Риск развития НКИ повышался у пациентов со СПА при использовании секукиумаба, в то время как для пациентов с РА существенное значение оказывало применение тоцилизумаба. Во-первых, такое различие объясняется тем, что при СПА, как правило, блокаторы IL-6 не используют, также не используют блокаторы IL-17 при аутоиммунных заболеваниях (РА, СКВ). Во-вторых, НКИ является вирусным заболеванием и данную особенность можно рассматривать с точки зрения влияния этих препаратов на механизмы интерферогенеза [18].

Таким образом, мы можем сделать вывод, что не только сопутствующее заболевание оказывало влияние на течение РЗ, но также и прием лекарственных препаратов, используемых для их лечения.

Еще более интересным фактом является то обстоятельство, что не все анализируемые иАПФ  $\beta$ -блокаторы оказывали столь положительное влияние на активность РЗ. Более того, ни один из анализируемых препаратов из группы статинов (аторвастатин, розувастатин) или сартанов (валсартан, телмисартан, лозартан) не оказывал существенного значения на активность РЗ. Полученные данные в очередной

раз доказывают, что только комплексная терапия пациентов способна привести к достижению поставленных целей лечения, а также, что даже препараты одной группы из-за особенностей химического строения могут иметь различные механизмы действия и связанные с этим различные по выраженности побочные эффекты.

**Заключение.** В нашем исследовании продемонстрировано, что риск развития НКИ ассоциирован с более низким уровнем ЛПНП, индексом активности DAPSA, приемом эналаприла, лозартана, применением секукиумаба, тоцилизумаба. Активность АС по индексу ASDAS (менее 2 баллов), РА по индексу DAS28 (менее 3 баллов), а также длительность интервала между датой введения иммуносупрессивных препаратов и появлением первых симптомов НКИ (менее 6 дней) сопровождалась более тяжелым течением НКИ. Лечение сопутствующих сердечно-сосудистых заболеваний является дополнительным фактором, способствующим снижению активности РЗ. Прием таких препаратов, как эналаприл, лизиноприл, биспролол и верошпирон у пациентов с низкой активностью ИВРЗ в первую неделю заболевания сопряжен с повышенным риском более тяжелого течения НКИ. На основе полученных данных планируется провести разработку алгоритмов по ведению пациентов с РЗ в период пандемии НКИ, а также адаптировать данные алгоритмы при других схожих вирусных инфекциях.

#### Сведения об авторах:

*Вахлевский Виталий Васильевич* – кандидат медицинских наук, начальник терапевтического отделения клиники кафедры факультетской терапии, Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6, литера Ж; ORCID: 0000-0001-5699-2414; e-mail: vahlewsky@yandex.ru

*Тыренко Вадим Витальевич* – доктор медицинских наук, профессор, начальник кафедры факультетской терапии, Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6, литера Ж; ORCID: 0000-0002-0470-1109; e-mail: vadim\_tyrenko@mail.ru

#### Information about the authors:

*Vitaliy V. Vakhlevskiy* – Cand. of Sci. (Med.), Adjunct of the Department of Faculty Therapy named after S.P. Botkin, Military Medical Academy named after S. M. Kirov; 194044, Saint Petersburg, Academician Lebedev str., 6, litera Zh; ORCID: 0000-0001-5699-2414; vahlewsky@yandex.ru

*Vadim V. Tyrenko* – Dr of Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Faculty Therapy named after S. P. Botkin, Military Medical Academy named after S. M. Kirov; 194044, Saint Petersburg, Academician Lebedev str., 6, litera Zh; ORCID: 0000-0002-0470-1109; e-mail: vadim\_tyrenko@mail.ru

**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 – В.В. Вахлевский, В.В. Тыренко, сбор данных – В.В. Вахлевский, В.В. Тыренко, статистическая обработка полученного материала – В.В. Вахлевский, В.В. Тыренко; подготовка рукописи – В.В. Вахлевский, В.В. Тыренко.

**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:* VVV, TVV contribution to the concept and plan of the study. VVV, TVV contribution to data collection. VVV, TVV contribution to data analysis and conclusions. VVV, TVV 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.

**Финансирование:** исследование проведено без дополнительного финансирования.

**Funding:** the study was carried out without additional funding.

Поступила/Received: 20.04.2024

Принята к печати/Accepted: 15.05.2024

Опубликована/Published: 30.06.2024

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Velavan T. P., Meyer C. G. The COVID-19 epidemic. *Trop Med Int Health*, 2020, Vol. 25, No. 3, pp. 278–280. doi: 10.1111/tmi.13383. Epub 2020 Feb 16. PMID: 32052514; PMCID: PMC7169770.
2. Gianfrancesco M., Hyrich K. L., Al-Adely S., Carmona L., Danila M.I., Gossec L., Izadi Z., Jacobsohn L., Katz P., Lawson-Tovey S., Mateus E.F., Rush S., Schmajuk G., Simard J., Strangfeld A., Trupin L., Wysham K.D., Bhana S., Costello W., Grainger R., Hausmann J.S., Liew J.W., Sirotych E., Sufka P., Wallace Z.S., Yazdany J., Machado P.M., Robinson P.C. COVID-19 Global Rheumatology Alliance. Characteristics associated with hospitalisation for COVID-19 in people with rheumatic disease: data from the COVID-19 Global Rheumatology Alliance physician-reported registry. *Ann Rheum Dis*. 2020, Vol. 79, No. 7, pp 859–866. doi: 10.1136/annrheumdis-2020-217871. Epub 2020 May 29. PMID: 32471903; PMCID: PMC7299648.
3. Akiyama S., Hamdeh S., Micic D., Sakuraba A. Response to ‘Correspondence on ‘Prevalence and clinical outcomes of COVID-19 in patients with autoimmune diseases: a systematic review and meta-analysis’ by Shi et al. *Ann Rheum Dis*, 2023, Vol. 82, No. 2, e29 P. doi: 10.1136/annrheumdis-2020-219394. Epub 2020 Nov 10. PMID: 33172858.
4. Akiyama S., Hamdeh S., Micic D., Sakuraba A. Prevalence and clinical outcomes of COVID-19 in patients with autoimmune diseases: a systematic review and meta-analysis. *Ann Rheum Dis*, 2021, Vol. 80, No. 3, pp. 384–391. doi: 10.1136/annrheumdis-2020-218946. Epub 2020 13. PMID: 33051220.
5. D’Silva K. M., Serling-Boyd N., Wallwork R., Hsu T., Fu X., Gravallese E. M., Choi H. K., Sparks J. A., Wallace Z. S. Clinical characteristics and outcomes of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19) and rheumatic disease: a comparative cohort study from a US ‘hot spot’. *Ann Rheum Dis*, 2020, Vol. 79, No. 9, 1156–1162. doi: 10.1136/annrheumdis-2020-217888. Epub 2020 May 26. PMID: 32457048; PMCID: PMC7456555.
6. Murtas R., Andreano A., Gervasi F., Guido D., Consolazio D., Tunesi S., Andreoni L., Greco M.T., Gattoni M.E., Sandrini M., Riussi A., Russo A.G. Association between autoimmune diseases and COVID-19 as assessed in both a test-negative case-control and population case-control design. *Auto Immun Highlights*. 2020, Vol. 11, No. 1, 15 P. doi: 10.1186/s13317-020-00141-1. PMID: 33023649; PMCID: PMC7537783.
7. Sparks J. A., Wallace Z. S., Seet A. M., Gianfrancesco M. A., Izadi Z., Hyrich K. L., Strangfeld A., Gossec L., Carmona L., Mateus E.F., Lawson-Tovey S., Trupin L., Rush S., Katz P., Schmajuk G., Jacobsohn L., Wise L., Gilbert E. L., Duarte-García A., Valenzuela-Almada M. O., Pons-Estel G. J., Isnardi C. A., Berbotto G. A., Hsu T. Y., D’Silva K. M., Patel N. J., Kearsley-Fleet L., Schäfer M., Ribeiro S. L. E., Al Emadi S., Tidblad L., Scirè C. A., Raffener B., Thomas T., Flipo R. M., Avouac J., Seror R., Bernardes M., Cunha M. M., Hasseli R., Schulze-Koops H., Müller-Ladner U., Specker C., Souza V. A., Mota L. M. H. D., Gomides A. P. M., Dieudé P., Nikiphorou E., Kronzer V. L., Singh N., Ugarte-Gil M. F., Wallace B., Akpabio A., Thomas R., Bhana S., Costello W., Grainger R., Hausmann J. S., Liew J. W., Sirotych E., Sufka P., Robinson P. C., Machado P. M., Yazdany J. COVID-19 Global Rheumatology Alliance. Associations of baseline use of biologic or targeted synthetic DMARDs with COVID-19 severity in rheumatoid arthritis: Results from the COVID-19 Global Rheumatology Alliance physician registry. *Ann Rheum Dis*. 2021; Vol. 80, No. 9, pp. 1137–1146. doi: 10.1136/annrheumdis-2021-220418. Epub 2021 May 28. PMID: 34049860; PMCID: PMC8172266.
8. Ference B. A., Ginsberg H. N., Graham I., Ray K. K., Packard C. J., Bruckert E., Hegele R. A., Krauss R. M., Raal F. J., Schunkert H., Watts G. F., Borén J., Fazio S., Horton J. D., Masana L., Nicholls S. J., Nordestgaard B. G., van de Sluis B., Taskinen M. R., Tokgözoğlu L., Landmesser U., Laufs U., Wiklund O., Stock J. K., Chapman M. J., Catapano A. L. Low-density lipoproteins cause atherosclerotic cardiovascular disease. 1. Evidence from genetic, epidemiologic, and clinical studies. A consensus statement from the European Atherosclerosis Society Consensus Panel. *Eur Heart J*. 2017, Vol. 38, No. 32, pp. 2459–2472. doi: 10.1093/eurheartj/ehx144. PMID: 28444290; PMCID: PMC5837225.
9. Galkina E., Ley K. Immune and inflammatory mechanisms of atherosclerosis (\*). *Annu Rev Immunol*, 2009, 27, 165–197. doi: 10.1146/annurev.immunol.021908.132620. PMID: 19302038; PMCID: PMC2734407.
10. Cassel S. L., Joly S., Sutterwala F. S. The NLRP3 inflammasome: a sensor of immune danger signals. *Semin Immunol*. 2009, Vol. 21, No. 4, pp. 194–198. doi: 10.1016/j.smim.2009.05.002. Epub 2009 Jun 5. PMID: 19501527; PMCID: PMC2758520.
11. Xu X. H., Shah P. K., Faure E., Equils O., Thomas L., Fishbein M. C., Luthringer D., Xu X. P., Rajavashisth T. B., Yano J., Kaul S., Arditi M. Toll-like receptor-4 is expressed by macrophages in murine and human lipid-rich atherosclerotic plaques and upregulated by oxidized LDL. *Circulation*. 2001, Vol. 104, No. 25, pp. 3103–3108. doi: 10.1161/hc5001.100631. PMID: 11748108.
12. Bernstein K. E., Khan Z., Giani J. F., Cao D. Y., Bernstein E. A., Shen X. Z. Angiotensin-converting enzyme in innate and adaptive immunity. *Nat Rev Nephrol*, 2018, Vol. 14, No. 5, pp. 325–336. doi: 10.1038/nrneph.2018.15. Epub 2018 Mar 26. PMID: 29578208; PMCID: PMC6192041.

13. Bernstein K. E., Ong F. S., Blackwell W. L., Shah K. H., Giani J. F., Gonzalez-Villalobos R. A., Shen X. Z., Fuchs S., Touyz R. M. A modern understanding of the traditional and nontraditional biological functions of angiotensin-converting enzyme. *Pharmacol Rev.* 2012; 65(1): 1–46. doi: 10.1124/pr.112.006809. Erratum in: *Pharmacol Rev.* 2013, Vol. 65, No. 1, 544 P. PMID: 23257181; PMCID: PMC3565918.
14. Suzuki Y., Ruiz-Ortega M., Lorenzo O., Ruperez M., Esteban V., Egido J. Inflammation and angiotensin II. *Int J Biochem Cell Biol.* 2003, Vol. 35, No. 6, pp. 881–900. doi: 10.1016/s1357-2725(02)00271-6. PMID: 12676174.
15. Benigni A., Cassis P., Remuzzi G. Angiotensin II revisited: new roles in inflammation, immunology and aging. *EMBO Mol Med.* 2010, Vol. 7, No. 2, pp. 247–257. doi: 10.1002/emmm.201000080. PMID: 20597104; PMCID: PMC3377325.
16. Chang Y., Wei W. Angiotensin II in inflammation, immunity and rheumatoid arthritis. *Clin Exp Immunol.* 2015, Vol. 179, No. 2, pp. 137–145. doi: 10.1111/cei.12467. PMID: 25302847; PMCID: PMC4298392.
17. Xu Z., Shi L., Wang Y., Zhang J., Huang L., Zhang C., Liu S., Zhao P., Liu H., Zhu L., Tai Y., Bai C., Gao T., Song J., Xia P., Dong J., Zhao J., Wang F.S. Pathological findings of COVID-19 associated with acute respiratory distress syndrome. *Lancet Respir Med.* 2020, Vol. 8, No. 4, pp. 420–422. doi: 10.1016/S2213-2600(20)30076-X. Epub 2020 Feb 18. Erratum in: *Lancet Respir Med.* 2020; PMID: 32085846; PMCID: PMC7164771.
18. Вахлевский В. В., Тыренко В. В., Свинцицкая И. С. Гиперинтерферонемия при ревматических заболеваниях как фактор защиты против вирусных инфекций. *Русский медицинский журнал.* 2022. № 6. С. 36–41 [Vahlevsky V. V., Tyrenko V. V., Sventsitskaya I. S. Hyperinterferonemia in rheumatic diseases as a factor of protection against viral infections. *Russian Medical Journal*, 2022, No. 6, pp. 36–41 (In Russ.)].

## РОЛЬ МУЛЬТИСПИРАЛЬНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ В ОЦЕНКЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ У ПАЦИЕНТОВ С ШОКОГЕННОЙ ТРАВМОЙ: ОТКРЫТОЕ ПРОСПЕКТИВНОЕ КОГОРТНОЕ КЛИНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

<sup>1</sup>А. О. Гирш\*, <sup>1</sup>С. В. Черненко, <sup>2</sup>М. М. Стуканов, <sup>1</sup>В. Г. Папулов, <sup>3</sup>Р. В. Еселевич, <sup>3</sup>Д. А. Рудаков,  
<sup>3</sup>В. Н. Румянцев, <sup>4</sup>С. М. Хасбулатов

<sup>1</sup>Омский государственный медицинский университет, г. Омск, Россия

<sup>2</sup>Центр крови, г. Омск, Россия

<sup>3</sup>Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова Минобороны России, Санкт-Петербург, Россия

<sup>4</sup>1469 Военно-морской клинический госпиталь Минобороны России, г. Североморск, Россия

**ЦЕЛЬ.** Оценить содержательность диагностических методов распознавания повреждений у пациентов с тяжелым травматическим шоком и определить время их поступления в операционную, начиная с момента, когда они были доставлены в стационар.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** Выполнено открытое проспективное когортное клиническое исследование 183 пострадавших, поступивших в бюджетные учреждения здравоохранения Омской области с 2016 по 2022 г. и распределенных на три группы в зависимости от степени тяжести травматического шока. Каждая группа была разделена на две подгруппы на основании метода распознавания повреждений. У всех пострадавших первых подгрупп повреждения распознавали, применяя комбинацию абдоминального ультразвукового исследования и полипозиционную рентгенографию сегментов тела. Всем пострадавшим вторых подгрупп диагностику имеющихся повреждений реализовывали мультиспиральной компьютерной томографией (МСКТ). Содержательности применяемых диагностических методов распознавания повреждений устанавливали с помощью чувствительности, специфичности, цены метода, прогностичности положительного, а также отрицательного результатов.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** Итоги исследования демонстрируют, что ключевым методом диагностики распознавания повреждений у пациентов с травматическим шоком различной степени тяжести является МСКТ. Данный метод диагностики повреждений у пациентов с травматическим шоком различной степени тяжести представлялся не только высокоспецифичным и высокочувствительным, но и обладал низкой частотой ложноположительных результатов, а также значительной прогностичностью положительных и малой прогностичностью отрицательных результатов в отношении альтернативного способа распознавания.

**ОБСУЖДЕНИЕ.** В ускорении процесса принятия решений относительно стратегии и тактики хирургического лечения у пациентов с травматическим шоком МСКТ играет решающую роль. Это сокращает риски развития полиорганной недостаточности и летальных исходов благодаря быстрой и точной диагностике внутренних повреждений. Технические характеристики данного метода исследования позволяют в короткие сроки получать детальные изображения органов и систем, что значительно увеличивает вероятность успешного лечения. Указанный метод диагностики особенно ценен за его способность неинвазивно и информативно оценить объем внутренней кровопотери и точно локализовать повреждения, что критически важно для определения оптимальной стратегии хирургического вмешательства и интенсивной терапии.

**ВЫВОДЫ.** Использование метода МСКТ для диагностики распознавания повреждений у пациентов с тяжелым травматическим шоком является ключевым и оправданным вследствие его высокой информационной значимости для закономерной реализации стратегии и тактики оперативного лечения. Использование метода МСКТ у пациентов с тяжелым травматическим шоком способствует достоверно более раннему началу оперативного лечения больных по сравнению с методом диагностики распознавания повреждений, основанном на данных рентгенографического и ультразвукового исследований.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** морская медицина, шок, травма, компьютерная томография, ультразвуковое исследование

\*Для корреспонденции: Гирш Андрей Оттович, e-mail: [agirsh@mail.ru](mailto:agirsh@mail.ru)

\*For correspondence: Andrei O. Girsch, e-mail: [agirsh@mail.ru](mailto:agirsh@mail.ru)

© Авторы, 2024. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Научно-исследовательский институт промышленной и морской медицины федерального медико-биологического агентства». 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 цитирования:** Гирш А. О., Черненко С. В., Стуканов М. М., Папулов В. Г., Еселевич Р. В., Рудаков Д. А., Румянцев В. Н., Хасбулатов С. М. Роль мультиспиральной компьютерной томографии в оценке диагностических данных у пациентов с шокогенной травмой: открытое проспективное когортное клиническое исследование // *Морская медицина*. 2024. Т. 10, № 2. С. 90–98. doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-2-90-98> EDN: <https://elibrary.ru/HGWYIK>

**For citation:** Girsh A. O., Chernenko S. V., Stukanov M. M., Papulov V. G., Eselevich R. V., Rudakov D. A., Romyantsev V. N., Khasbulatov S. M. Role of multispiral computed tomography in evaluating diagnostic data of patients with shock-producing trauma: open prospective cohort clinical study // *Marine medicine*. 2024. Vol. 10, No. 2. P. 90–98. doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-2-90-98> EDN: <https://elibrary.ru/HGWYIK>

## ROLE OF MULTISPIRAL COMPUTED TOMOGRAPHY IN EVALUATING DIAGNOSTIC DATA OF PATIENTS WITH SHOCK-PRODUCING TRAUMA: OPEN PROSPECTIVE COHORT CLINICAL STUDY

<sup>1</sup>Andrei O. Girsh\*, <sup>1</sup>Sergey V. Chernenko, <sup>2</sup>Maxim M. Stukanov, <sup>1</sup>Vladimir G. Papulov, <sup>3</sup>Roman V. Eselevich, <sup>3</sup>Dmitry A. Rudakov, <sup>1</sup>Valery N. Romyantsev, <sup>4</sup>Sultan M. Khasbulatov

<sup>1</sup>Omsk State Medical University, Omsk, Russia

<sup>2</sup>Blood Center, Omsk, Russia

<sup>3</sup>Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia

<sup>4</sup>1469 Naval Clinical Hospital, Severomorsk, Russia

**OBJECTIVE.** Evaluate thoroughness of diagnostic methods of identifying damage in patients with severe traumatic shock and determine the time of their admission to the operating room since the moment they have been taken to hospital.

**MATERIALS AND METHODS.** There was an open prospective cohort clinical study of 183 affected, taken to the budgetary health care institution of the Omsk region since 2016 to 2022 and divided into three groups, depending on the severity of traumatic shock. Each group was split into two subgroups based on the method of identifying damage. In all the affected of subgroups 1 damage was recognized, using a combination of abdominal ultrasound examination and polypositional X-ray of body segments. Current damage of all the affected of subgroup 2 was diagnosed by multispiral computed tomography (MSCT). Thoroughness of applied diagnostic methods of identifying damage was checked by sensitivity, specificity, method value, positive predictive value as well as negative results.

**RESULTS.** The findings show that MSCT is the key diagnostic method of identifying damage in patients with traumatic shock of different. This method of diagnosing damage in patients with traumatic shock of different severity seems not only to be highly sensitive, but also to have low incidence of false positives with a significant predictive value of positive and a low one of negative results regarding an alternative way of recognition.

**DISCUSSION.** MSCT plays a crucial role in expediting the decision-making process on strategies and tactics of surgical treatment in patients with traumatic shock. It reduces the risk of developing multiple organ failure and deaths due to rapid and accurate diagnosis of internal injuries. The technical characteristics of this research method allow to obtain detailed images of organs and systems in a short time, which greatly increases the chance of successful treatment. This diagnostic method is especially valuable for its ability to estimate the amount of blood loss non-invasively and informatively and to accurately localize damage, which is critical for determining an optimal strategy for surgical intervention and intensive therapy.

**CONCLUSIONS.** The use of MSCT method for the diagnosis of identifying damage in patients with severe traumatic shock is crucial and justified due to its high informative relevance for a logical implementation of strategies and tactics of surgical treatment. The use of MSCT method in patients with severe traumatic shock contributes to a significantly more rapid start of patients' treatment in comparison with the diagnostic method of identifying damage, based on data X-ray and ultrasound scan.

**KEYWORDS:** marine medicine, sock, trauma, computed tomography, ultrasound scan

**Введение.** Исходя из позиций современной медицины критических состояний, пациенты с травматическим шоком подлежат экстренному оперативному лечению при поступлении в стационар для устранения источника или источников кровотечения, а также восстановления целостности поврежденных органов и систем [1].

На госпитальном этапе для ускорения принятия правильных решений относительно стратегии и тактики хирургического и интенсив-

ного лечения больных с шокогенной травмой, учитывая их критическое состояние, необходимо использовать метод диагностики, позволяющий в кратчайшие сроки неинвазивно и информативно определить количество, степень и локализацию повреждений органов и систем, чтобы как можно раньше начать этиопатогенетическое лечение [2–8].

**Цель.** Оценить содержательность диагностических методов распознавания повреждений у

пациентов с тяжелым травматическим шоком и определить время их поступления в операционную от момента доставки в стационар в зависимости от избранного метода определения альтераций для закономерной реализации стратегии и тактики оперативного лечения.

**Материалы и методы.** Представлены результаты открытого проспективного когортного и клинического исследования 183 пострадавших в возрасте 29,5–33,3 года (средний возраст – 29,5 года) с травматическим шоком, которые поступили в БУЗОО ГКБСМП № 1 и БУЗОО ГКБ № 1 имени А. Н. Кабанова в период с 2016 по 2022 г. и были распределены на три группы в зависимости от его степени тяжести (табл. 1). Диагноз травматический шок устанавливали и стратифицировали по степени тяжести у пострадавших на догоспитальном этапе на основании шокового индекса (ШИ),

который определялся до начала интенсивной терапии. У пострадавших с травматическим шоком легкой степени ШИ составил – 1,1 (1; 1,2) у. е., средней степени – 1,7 (1,6; 1,8) у. е., а тяжелой – 3,1 (3; 3,2) у. е. Критериями включения пациентов в исследование являлись: 1) пациенты в возрасте от 18 до 40 лет; 2) поступившие в лечебно-профилактическое учреждение в течение первого часа от момента развития шока; 3) проведение на догоспитальном и госпитальном этапах всем пациентам с травматическим шоком идентичной, но с учетом индивидуальных особенностей, интенсивной терапии, основанной на клинических рекомендациях Общероссийской общественной организации «Федерация анестезиологов и реаниматологов». Критериями исключения из исследования было наличие у пациентов в анамнезе: 1) любой сопутствующей патологии;

Таблица 1

**Причины травматического шока у исследуемых пациентов**

Table 1

**Causes of traumatic shock in the studied patients**

Подгруппа (abs; %)	Локализация травмы
1 группа (n = 79; 100 %) – травматический шок I степени	
1-я (n = 40; 50,6 %)	Перелом бедренной кости + закрытая травма живота с повреждением селезенки (n = 24; 60,0 %); перелом бедренной кости + закрытая травма живота с повреждением печени (n = 16; 40,0 %)
2-я (n = 39; 49,4 %)	Перелом бедренной кости + закрытая травма живота с повреждением селезенки (n = 26; 66,7 %); перелом бедренной кости + закрытая травма живота с повреждением печени (n = 13; 33,3 %)
2 группа (n = 63; 100 %) – травматический шок II степени	
1-я (n = 33; 52,4 %)	Перелом костей таза + закрытая травма живота с повреждением селезенки и брыжейки тонкой кишки (n = 22; 66,7 %); перелом бедренной кости + закрытая травма живота с повреждением печени и брыжейки тонкой кишки (n = 11; 33,3 %)
2-я (n = 30; 47,6 %)	Перелом костей таза + закрытая травма живота с повреждением селезенки и брыжейки тонкой кишки (n = 20; 66,7 %); перелом бедренной кости + закрытая травма живота с повреждением печени и брыжейки тонкой кишки (n = 10; 33,3 %)
3 группа (n = 41; 100 %) – травматический шок III степени	
1-я (n = 23; 56 %)	Перелом костей таза + перелом бедренной кости + закрытая травма живота с повреждением селезенки, брыжейки тонкой кишки и печени (n = 13; 46,5 %); перелом костей таза + закрытая травма живота с повреждением селезенки, брыжейки тонкой кишки и печени (n = 10; 43,5 %)
2-я (n = 18; 44 %)	Перелом костей таза + перелом бедренной кости + закрытая травма живота с повреждением селезенки, брыжейки тонкой кишки и печени (n = 10; 55,6 %); перелом костей таза + закрытая травма живота с повреждением селезенки, брыжейки тонкой кишки и печени (n = 8; 44,4 %)

2) онкопатологии, гормонотерапии и химиотерапии; 3) сахарного диабета 1-го и 2-го типа; 4) терминального состояния; 5) алкогольного и наркотического опьянения.

Методами распознавания повреждений у всех пострадавших первых подгрупп при поступлении в стационар и потом непосредственно в операционную являлись, на фоне проведения противошокового лечения, абдоминальное ультразвуковое исследование (АУЗИ) и полипозиционная рентгенография сегментов тела. При поступлении в больницу всех пострадавших вторых подгрупп для диагностики имеющих повреждений сразу транспортировали в кабинет мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ), где им параллельно с интенсивной терапией проводилось МСКТ всего тела, после чего их доставляли непосредственно в операционную [9, 10].

Содержательность применяемых диагностических методов распознавания повреждений у пациентов с травматическим шоком различной степени тяжести определяли с помощью следующих критериев, исчерпывающим образом раскрывающих их характеристики, которые рассчитывались на основании четырехпольных таблиц (табл. 2): 1. Чувствительности (%).  $Se$  – доля больных, у которых выявляется данный симптом (положительный результат) или как частота симптома у больных  $= A / (A + C) \cdot 100 \%$ ; 2. Специфичности (%).  $Sp$  – частота отсутствия симптома у здоровых людей  $= D / (B + D) \cdot 100 \%$ . 3. Цены метода (%) (т. е. частота ложноположительных результатов) скрининга  $= 100 - Sp$  (%); 4. Прогностичности положительного результата (%).  $PVP$  – определяется как частота совпадения его с заболеванием  $= A / (A + B)$ ; 5. Прогностичности отрицательного результата (%).  $PVN$  – определяется как частота

его совпадения с отсутствием заболевания  $= D / (C + D)$ .

Время начала оперативного лечения сравнивали с моментом окончания распознавания повреждений у пострадавших между всеми подгруппами исследуемых групп с помощью критерия Колмогорова–Смирнова для парных сравнений с обязательным определением статистической значимости ( $p < 0,05$ ).

Исследование проводилось на основании разрешения биоэтического комитета БУЗОО ГКБСМП № 1 и БУЗОО ГКБ № 1 имени А. Н. Кабанова и соответствовало этическим стандартам, разработанным в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2000 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 г. № 266.

**Результаты.** Итоги исследования демонстрируют, что ключевым методом диагностики распознавания повреждений у пациентов с травматическим шоком различной степени тяжести является МСКТ (табл. 3). Вне всякого сомнения, данный метод диагностики повреждений у пациентов с травматическим шоком различной степени тяжести представлялся не только высокоспецифичным и высокочувствительным, но и обладал низкой частотой ложноположительных результатов, а также значительной прогностичностью положительных и малой прогностичностью отрицательных результатов в отношении альтернативного способа распознавания (АУЗИ + рентгенография) (см. табл. 3).

Действительно, способ распознавания повреждений, основанный на сочетанном проведении АУЗИ и полипозиционной рентгено-

Таблица 2

**Оценка диагностической содержательности данных у пациентов с шокогенной травмой с помощью четырехпольной таблицы**

Table 2

**Evaluation of the diagnostic content of diagnostic data in patients with shock trauma using a four-field table**

Исход	Результат применения референтного теста для вычисления операционных характеристик при качественной оценке показателя	
Неблагоприятный	A (истинно положительный)	B (ложноположительный)
Благоприятный	C (ложноотрицательный)	D (истинно отрицательный)

Таблица 3

**Содержательность диагностических данных распознавания повреждений у пациентов с шокогенной травмой**

Table 3

**The content of diagnostic data of damage recognition in patients with shockogenic trauma**

Методы диагностики распознавания повреждений у пациентов с травматическим шоком	Критерий				
	Чувствительность (Se, %)	Специфичность (Sp, %)	Цена метода (%)	Прогностичность положительного результата (%)	Прогностичность отрицательного результата (%)
Травматический шок I степени (1 группа)					
АУЗИ + полипозиционная рентгенография сегментов тела (1-я подгруппа)	38,7	39,4	60,6	38,4	39,2
МСКТ (2-я подгруппа)	87,4	88,5	11,5	87,1	88,2
Травматический шок II степени (2 группа)					
АУЗИ + полипозиционная рентгенография сегментов тела (1-я подгруппа)	32,9	33,8	66,2	32,4	33,6
МСКТ (2-я подгруппа)	90,7	95,3	4,7	91,8	94,2
Травматический шок III степени (3 группа)					
АУЗИ + полипозиционная рентгенография сегментов тела (1-я подгруппа)	32,7	33,6	66,4	33,2	33,4
МСКТ (2-я подгруппа)	91,3	97,8	2,2	93,5	96,7

графии сегментов тела, имел низкий процент доказательности качественной диагностики у больных с шокогенной травмой и сниженную частоту совпадения с изучаемым заболеванием по сравнению с методом МСКТ (см. табл. 3). Кроме того, при МСКТ у пострадавших с травматическим шоком различной степени тяжести фиксировалась низкая частота ложноположительных результатов по сравнению с сочетанным проведением АУЗИ и полипозиционной рентгенографией сегментов тела, что подтверждалось критерием цены метода (см. табл. 3). Это указывает на то, что использование в диагностике повреждений у пациентов с травматическим шоком различной степени тяжести метода сочетанного проведения АУЗИ и полипозиционной рентгенографии сегментов тела является не вполне оправданным и статистически значимым. К тому же время начала оперативного лечения больных с травматическим шоком различной степени тяжести с момента окончания у них диагностики распознавания повреждений при сочетанном проведении АУЗИ и полипозиционной рентгенографии сег-

ментов тела было статистически значимо больше, чем при МСКТ (табл. 4).

**Обсуждение.** Высокая диагностическая значимость МСКТ для ускорения принятия правильных решений относительно стратегии и тактики хирургического и интенсивного лечения с целью уменьшения выраженности полиорганной недостаточности и летальности у больных с травматическим шоком [1] связана с тем, что данный метод за счет своих технических характеристик неинвазивно и быстро выявляет имеющиеся повреждения органов и костей в различных анатомических областях. Действительно, сканирование органов и систем больных на мультиспиральном компьютерном томографе занимает не более 60 сек, что крайне важно для пациентов с травматическим шоком. Также с помощью МСКТ возможна анатомическая оценка в мельчайших деталях структуры и состояния костей и суставов, органов брюшной и грудной полости, а также забрюшинного пространства, малого таза и мягких тканей организма. Более того, инновационные модели МСКТ дают возможность получить за один обо-



Таблица 4

**Время начала оперативного лечения пациентов с шокогенной травмой**

Table 4

**The time of the beginning of surgical treatment of patients with shock trauma**

Методы диагностики распознавания повреждений у пациентов с травматическим шоком	Время (минуты) начала оперативного лечения пациентов с травматическим шоком с момента окончания у них диагностики распознавания повреждений
Травматический шок I степени (1 группа)	
1-я подгруппа	27,5 (26; 29)
2-я подгруппа	15,1 (14; 17)*
Травматический шок II степени (2 группа)	
1-я подгруппа	28,2 (27; 31)
2-я подгруппа	14,3 (12; 16)*
Травматический шок III степени (3 группа)	
1-я подгруппа	29,7 (28; 32)
2-я подгруппа	11,6 (10; 13)*

*Примечание:* \* – различия между подгруппами статистически значимы (критерий Колмогорова–Смирнова для парных сравнений;  $p < 0,05$ )

*Note:* \* – differences between subgroups are statistically significant (Kolmogorov–Smirnov test for paired comparisons;  $p < 0,05$ )

рот около трехсот изображений, которые отражают состояние органа в различных ракурсах с помощью информативных снимков хорошего качества и позволяют проанализировать не только структурные особенности тканей, но также их функциональность и протекающие внутри процессы. Важно, что МСКТ, по сравнению с другими методами лучевой диагностики, в частности, с магнитно-резонансной томографией (МРТ), более эффективна при изучении плотных структур организма и кровотечений, а также обладает высокой скоростью исследования за счет более быстрого процесса сканирования, лучшим качеством и четкостью изображений, внушительной областью анатомического покрытия, точной картиной поперечных срезов и минимизацией артефактов.

Чтобы у пациентов с травматическим шоком различной степени тяжести оценить с помощью ультразвуковой диагностики локализацию повреждений и объем внутренней кровопотери в брюшной полости, необходимо проведение данной процедуры квалифицированным специалистом, а также применение ультразвукового аппарата высокого технического уровня [11]. Возможности ультразвуковой диагностики резко ограничены даже при исследовании ква-

лифицированным специалистом и применении ультразвукового аппарата высокого технического уровня для оценки объема внутренней кровопотери у пациентов с повреждением полых органов и костей. В частности, костная ткань поглощает до 70 % ультразвуковых колебаний. Кроме того, ультразвуковое исследование точно не определяет объем внутренней кровопотери у пациентов с множественными переломами трубчатых и губчатых костей. Возникают серьезные затруднения при оценке объема внутренней острой кровопотери с помощью ультразвукового исследования у больных с закрытой травмой живота или грудной клетки, особенно имеющих ожирение, парез кишечника и подкожную эмфизему [4, 12]. Поэтому данный способ не позволяет безошибочно диагностировать локализацию повреждений и объем внутренней острой кровопотери у больных с травматическим шоком.

Более низкая диагностическая значимость сочетанного проведения АУЗИ и полипозиционной рентгенографии сегментов тела у больных с травматическим шоком средней и тяжелой степени, по сравнению с пациентами легкой степени, была обусловлена наличием у них переломов костей таза. Действительно, метод рентгеногра-



фии, обладающий хорошей информационной значимостью в отношении диагностики повреждений трубчатых костей, не является таковым при альтерации тазового кольца [13].

Исходя из позиций современной медицины критических состояний, пациенты с травматическим шоком любой степени тяжести подлежат экстренному оперативному лечению при поступлении в стационар для устранения одного из главных патогенетических факторов, определяющих тяжесть их общего состояния, в частности, острой кровопотери [2, 3] вследствие кровотечения из поврежденных тканей, органов и костей. Сложность остановки продолжающегося острого внутреннего кровотечения на фоне уже имеющейся кровопотери у пациентов с травматическим шоком различной степени в операционной обусловлена анатомо-физиологическими особенностями травматического повреждения тканей, органов и костей, тяжестью их общего состояния, которое предрасполагает к временному лимиту оказания хирургической помощи вследствие трансформации более легкой степени шока в более тяжелую, и быстрым развитием синдрома полиорганной недостаточности (СПОН), являющегося основной причиной летальных исходов у данных пациентов. Кроме того, объем внутренней острой кровопотери может непосредственно сам затруднять определение источника кровотечения и осуществление хирургического гемостаза. Все вышеперечисленное будет предопределять прогрессирование СПОН и негативные исходы даже при проведении всего комплекса хирургического и интенсивного лечения. В этой связи важным является использование метода диагностики, позволяющего в кратчайшие сроки неинвазивно и информативно определить объем, структуру и локализацию повреждений для ускорения реализации оптимальной стратегии и тактики оперативного [2–10, 14] и интенсив-

ного лечения. На сегодняшний день допустима короткая, менее одного часа, внутригоспитальная транспортировка на каталке пациентов в критическом состоянии и на фоне проведения инфузионной терапии и обезболивания с лечебно-диагностической целью, в частности, пациентов с травматическим шоком различной степени тяжести при обеспечении достаточного объема мониторинга сердечно-сосудистой и дыхательной систем. По экстренным и неотложным показаниям внутригоспитальная транспортировка больных должна осуществляться в случае крайней необходимости (ст. 39 УК РФ) и с учетом обоснованного риска (ст. 41 УК РФ), когда опасность, угрожающая здоровью пациента, не может быть устранена иными способами, а риск отказа от данной манипуляции может превышать риск возможных осложнений и смертельного исхода по сравнению с таковым при внутригоспитальной транспортировке. Все это справедливо для пациентов с травматическим шоком, для осуществления у них МСКТ с целью определения объема внутренней кровопотери, а также диагностики повреждений костей, органов и тканей, необходимых для быстрого и продуктивного оперативного лечения [4, 6–8, 14].

**Заключение.** Использование метода МСКТ для диагностики распознавания повреждений у пациентов с тяжелым травматическим шоком является ключевым и оправданным вследствие его высокой информационной значимости для закономерной реализации стратегии и тактики оперативного лечения. Использование метода МСКТ у пациентов с тяжелым травматическим шоком способствует достоверно более раннему началу оперативного лечения пациентов по сравнению с методом диагностики распознавания повреждений основанном на данных рентгенографического и ультразвукового исследований.

#### Сведения об авторах:

*Гирш Андрей Оттович* – доктор медицинских наук, профессор кафедры общей хирургии, Омский государственный медицинский университет; 644099, г. Омск, ул. Ленина, д. 12; ORCID: 0000-0002-6503-096X; e-mail: agirsh@mail.ru

*Черненко Сергей Владимирович* – кандидат медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой общей хирургии, Омский государственный медицинский университет; 644099, г. Омск, ул. Ленина, д. 12; ORCID: 0000-0002-2257-4748; e-mail: dr.chernenko@gmail.com

*Стуканов Максим Михайлович* – доктор медицинских наук, главный врач, Центр крови; 644029, г. Омск, ул. Магистральная, д. 35; ORCID: 0000-0003-0533-8177; e-mail: mstukanov@mail.ru

*Папулов Владимир Григорьевич* – кандидат медицинских наук, доцент кафедры общей хирургии, Омский государственный медицинский университет; 644099, г. Омск, ул. Ленина, д. 12; e-mail: vgpapulov@mail.ru

*Еселевич Роман Владимирович* – кандидат медицинских наук, начальник отделения клиники военно-морской хирургии, Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6, лит. Ж; ORCID: 0000-0003-3249-233X; e-mail: r-eselevich@mail.ru

*Рудаков Дмитрий Александрович* – адъюнкт, Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова, Санкт-Петербург; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6, лит. Ж; ORCID: 0009-0004-0414-4471; e-mail: rudakov.d-a@yandex.ru

*Румянцев Валерий Николаевич* – адъюнкт, Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова, Санкт-Петербург; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6, лит. Ж; ORCID: 0000-0001-7526-6282; e-mail: doctorelanmp@bk.ru

*Хасбулатов Султан Магомедхабибович* – старший ординатор хирургического отделения, 1469 Военно-морской клинический госпиталь Минобороны России, Североморск; 184606, Мурманская обл., г. Североморск, Мурманское ш., д. 1; ORCID: 0009-0001-9606-4644; e-mail: kh.sult.M@mail.ru

#### Information about the authors:

*Andrey O. Girsh* – Dr. of Sci. (Med.), Professor of the Department of General Surgery, Omsk State Medical University, Omsk; 644099, Omsk, Lenin str., 12; ORCID: 0000-0002-6503-096X; e-mail: agirsh@mail.ru

*Sergey V. Chernenko* – Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Department of General Surgery, Omsk State Medical University, Omsk; 644099, Omsk, Lenin str., 12; ORCID: 0000-0002-2257-4748; e-mail: dr.chernenko@gmail.com

*Maxim M. Stukanov* – Dr. of Sci. (Med.), Chief Physician of Blood Center; 644029, Omsk, Magistralnaya str., 35; ORCID: 0000-0003-0533-8177; e-mail: mstukanov@mail.ru

*Vladimir G. Papulov* – Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of General Surgery, Omsk State Medical University, Omsk; Russia, 644099, Omsk, Lenin str., 12; e-mail: vgpapulov@mail.ru

*Roman V. Eselevich* – Cand. of Sci. (Med.), Head of the Department of the Naval Surgery Clinic of the Military Medical Academy named after S. M. Kirov; 194044, Saint Petersburg, Academician Lebedev str., 6, litera Zh; ORCID: 0000-0003-3249-233X; e-mail: r-eselevich@mail.ru

*Dmitry A. Rudakov* – Associate Professor of the Military Medical Academy, named after S. M. Kirov, St. Petersburg; 194044, Saint Petersburg, Academician Lebedev str., 6, litera Zh; ORCID: 0009-0004-0414-4471; e-mail: rudakov.d-a@yandex.ru

*Valery N. Rumyantsev* – Associate Professor of the Military Medical Academy named after S. M. Kirov, St. Petersburg; 194044, Saint Petersburg, Academician Lebedev str., 6, litera Zh; ORCID: 0000-0001-7526-6282; e-mail: doctorelanmp@bk.ru

*Sultan M. Khasbulatov* – Resident of the Surgical Department 1469 Naval Clinical Hospital, Severomorsk, Murmansk Region; Severomorsk, Murmanskoe sh., 1; ORCID: 0009-0001-9606-4644; e-mail: kh.sult.M@mail.ru

**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. О. Гирш, С.В. Черненко; сбор данных – М. М. Стуканов, В. Г. Папулов, Р. В. Еселевич; статистическая обработка полученного материала – А. О. Гирш, С. В. Черненко; подготовка рукописи – Д. А. Рудаков, В. Н. Румянцев, С. М. Хасбулатов.

**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:** The largest contribution is distributed as follows: concept and study plan – GAO, ChSV; data collection – SMM, PVG, ERV; statistical processing of the obtained material – GAO, ChSV; preparation of the manuscript – RDA, RVN, KSM.

**Потенциальный конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

**Финансирование:** исследование проведено без дополнительного финансирования.

**Funding:** the study was carried out without additional funding.

Поступила/Received: 28.03.2024

Принята к печати/Accepted: 15.05.2024

Опубликована/Published: 30.06.2024

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Маскин С. С., Александров В. В., Матюхин В. В. Особенности хирургической тактики при повреждении крупных артерий брюшной полости и забрюшинного пространства (обзор литературы) // *Вестник хирургии имени И. И. Грекова*. 2021. Т. 180, № 1. С. 111–117 [Maskin S. S., Alexandrov V. V., Matyukhin V. V. Features of surgical tactics in case of damage to large arteries of the abdominal cavity and retroperitoneal space (literature review). *Grekov Bulletin of Surgery*, 2021, Vol. 180, No. 1, pp. 111–117 (In Russ.)].
2. Самохвалов И. М., Головкин К. П., Гришин М. С. Перспективы решения проблемы остановки продолжающегося внутрибрюшного кровотечения на догоспитальном этапе // *Вестник Российской военно-медицинской академии*. 2021. Т. 23, № 1. С. 23–32 [Samokhvalov I. M., Golovko K. P., Grishin M. S. Prospects for solving the problem of stopping ongoing intraperitoneal bleeding at the prehospital stage. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*, 2021, Vol. 23, No. 1, pp. 23–32 (In Russ.)].
3. Самохвалов И. М., Головкин К. П., Бояринцев В. В. Обоснование концепции раннего патогенетического лечения тяжелых ранений и травм // *Вестник Российской Военно-медицинской академии*. 2020. Т. 71, № 3. С. 23–28

- [Samokhvalov I. M., Golovko K. P., Boyarintsev V. V. Justification of the concept of early pathogenetic treatment of severe wounds and injuries. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*, 2020, Vol. 71, No. 3, pp. 23–28 (In Russ.).]
4. Pfeifer R., Kalbas Y., Pape H.C. Концепция «Damage control» при политравме: каковы стандарты в 2021 году? // *Политравма*. 2021. № 2. С. 10–18 [Pfeifer R., Kalbas Y., Pape H.C. The concept of “Damage control” in polytrauma: what are the standards in 2021? *Polytrauma*, 2021, No. 2, pp. 10–18 (In Russ.).]
  5. Гирш А. О., Стуканов М. М., Максимишин С. В. Возможность совершенствования оказания неотложной медицинской помощи больным с травматическим шоком // *Политравма*. 2017. № 2. С. 23–33 [Girsch A. O., Stukanov M. M., Maksimishin S. V. The possibility of improving the provision of emergency medical care to patients with traumatic shock. *Politravma*, 2017, No. 2, pp. 23–33 (In Russ.).]
  6. Дац А. В., Дац Л. С., Хмельницкий И. В. Структура дефектов оказания медицинской помощи при политравме в отделениях реанимации и интенсивной терапии // *Политравма*. 2017. № 3. С. 23–37 [Dats A. V., Dats L. S., Khmel'nitskiy I. V. Structure of defects in the provision of medical care in polytrauma in intensive care units. *Politravma*, 2017, No. 3, pp. 23–37 (In Russ.).]
  7. Гуманенко Е. К., Завражнов А. А., Супрун А. Ю. Тяжелая сочетанная травма и политравма: определение классификация, клиническая характеристика, исходы лечения // *Политравма*. 2021. № 4. С. 6–17 [Humanenko E. K., Zavrazhnov A. A., Suprun A. Yu. Severe combined trauma and polytrauma: definition of classification, clinical characteristics, treatment outcomes. *Polytrauma*, 2021, No. 4, pp. 6–17 (In Russ.).]
  8. Агаджанян В. В., Кравцов С. А., Пронских А. А. К вопросу об организации и лечении при массовом поступлении пострадавших // *Политравма*. 2021. № 2. С. 19–26 [Agadzhanyan V. V., Kravtsov S. A., Pronskikh A. A. On the organization and treatment of the mass admission of victims. *Politravma*, 2021, No. 2, pp. 19–26 (In Russ.).]
  9. Иноземцев И.О., Григорьев Е.Г., Апарцин К.А. Актуальные вопросы хирургии сочетанных повреждений (по материалам публикаций журнала «Политравма») // *Политравма*. 2017. № 1. С. 6–11 [Inozemtsev I. O., Grigoriev E. G., Aparsin K. A. Actual issues of surgery of combined injuries (based on the materials of the publications of the journal «Politravma»). *Politravma*, 2017, No. 1, pp. 6–11 (In Russ.).]
  10. Гончаров С. Ф., Быстров М. В., Кудрявцев Б. П. Проблема множественной сочетанной комбинированной катастрофы (политравмы), пути решения, роль службы медицины катастроф // *Политравма*. 2016. № 2. С. 6–17 [Goncharov S.F., Bystrov M.V., Kudryavtsev B.P. The problem of multiple combined combined catastrophe (polytrauma), solutions, the role of the disaster medicine service. *Politravma*, 2016, No. 2, pp. 6–17 (In Russ.).]
  11. Governatori N. J., Saul T., Siadecki S. D., Lewiss R. E. Ultrasound in the evaluation of penetrating thoraco-abdominal trauma: a review of the literature. *Med Ultrason*, 2015, Vol. 17, No. 4, pp. 528–534.
  12. Икрамов А. И., Халибаева Г. Б. Лучевая диагностика повреждений мочевого пузыря и уретры при травме таза // *Медицинская визуализация*. 2019. № 2. С. 109–118 [Ikramov A.I., Khalibaeva G. B. Radiation diagnosis of bladder and urethral injuries with a pelvic injury. *Medical imaging*, 2019, No. 2, 109–118 (In Russ.).]
  13. Баженова Ю. В. Современные аспекты деятельности службы лучевой диагностики в Российской Федерации // *Сибирский медицинский журнал*. 2015. Т. 134, № 3. С. 78–81 [Bazhenova Yu. V. Modern aspects of the activity of the radiation diagnostics service in the Russian Federation. *Siberian Medical Journal*, 2015, Vol. 134, No. 3, pp. 78–81 (In Russ.).]
  14. Тюрин И. Е. Лучевая диагностика в Российской Федерации в 2016 г. // *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2017. № 4. С. 219–226 [Tyurin I. E. Radiation diagnostics in the Russian Federation in 2016. *Bulletin of Radiology and Radiology*, 2017, No. 4, pp. 219–226 (In Russ.).]

УДК 159.9.072.43

doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-2-99-104>

## СКЛОННОСТЬ К РИСКУ У КУРСАНТОВ АВИАЦИОННЫХ И ВРАЧЕБНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ: РЕТРОСПЕКТИВНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Е. Е. Смагина, Е. В. Кузнецова\*

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

**ВВЕДЕНИЕ.** В современных условиях мира меняется отношение к риску. Склонность к риску уже не является только негативным фактором в профессиональной деятельности. Профессии, в которых человек подвергает риску свое здоровье и жизнь, относятся к экстремальным видам деятельности, где склонность к риску является вынужденной необходимостью для спасения жизни и здоровья других людей. В сфере военных специальностей наличие склонности к риску является важным профессиональным качеством, играющих ключевую роль при осуществлении профессиональной деятельности. Но выраженность этого качества в разных областях военного труда требуется разная.

**ЦЕЛЬ.** Изучить уровень риска у авиационных специалистов и врачей.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** В исследовании участвовали 279 курсантов (151 авиационный специалист и 128 врачей), обследованных с помощью опросника «Исследование склонности к риску» А. Г. Шмелева. Статистика. Статистическую обработку полученных данных осуществляли с помощью программы Statistica 10,0 с помощью критериев Манна-Уитни, Шапиро-Уилка, описательной статистики.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** Установлено, что уровень склонности к риску авиационных специалистов статистически значимо различается (при  $p < 0,001$ ) от уровня склонности к риску врачей. Данный факт может объясняться разной спецификой работы военнослужащих, так как для разных профессий требуется наличие разных профессионально важных качеств.

**ОБСУЖДЕНИЕ.** При анализе полученных данных было выявлено, что для авиационных специалистов более характерна высокая склонность к риску, чем для врачей: более заметны различия в группах вопросов, посвященных игре, азарту, поддержанию социального статуса, покупкам, отношению к острым ощущениям и скуке.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Уровень склонности к риску авиационных специалистов значимо отличается от уровня склонности к риску у врачей. Данный факт можно объяснить разной спецификой работы военнослужащих, так как для разных профессий требуется наличие разных профессионально важных качеств.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** морская медицина, склонность к риску, безопасность, принятие решений, курсанты, профессионально важные качества, авиационные специалисты, врачи

\*Для корреспонденции: Кузнецова Екатерина Вениаминовна, e-mail: [ekaterina.levka@mail.ru](mailto:ekaterina.levka@mail.ru)

\*For correspondence: *Ekaterina V. Kuznetsova*, e-mail: [ekaterina.levka@mail.ru](mailto:ekaterina.levka@mail.ru)

Для цитирования: Смагина Е. Е., Кузнецова Е. В. Склонность к риску у курсантов авиационных и врачебных специальностей: ретроспективное исследование // *Морская медицина*. 2024. Т. 10, № 2. С. 99-104, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-2-99-104> EDN: <https://elibrary.ru/KIEZBX>

org/10.22328/2413-5747-2024-10-2-99-104 EDN: <https://elibrary.ru/KIEZBX>

For citation: Smagina E.E., Kuznetsova E.V. Risk propensity in cadets of aviation and medical specialties: retrospective study // *Marine Medicine*. 2024. Vol. 10, № 2. P. 99-104, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-2-99-104> EDN: <https://elibrary.ru/KIEZBX>

## RISK PROPENSITY IN CADETS OF AVIATION AND MEDICAL SPECIALTIES: RETROSPECTIVE STUDY

*Ekaterina E. Smagina, Ekaterina V. Kuznetsova\**

Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia

**INTRODUCTION.** The attitude towards risk is changing in the modern conditions of the world. Propensity to take risk is not only a negative factor in professional activities. Professions, in which a person puts their health and life at risk, refer to extreme activities, where propensity to take risk is a forced necessity to save the life and health of other people. In

© Авторы, 2024. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Научно-исследовательский институт промышленной и морской медицины федерального медико-биологического агентства». Данная статья распространяется на условиях «открытого доступа» в соответствии с лицензией ССВУ-NC-SA 4.0 («Attribution-Non-Commercial-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>

the military field risk propensity is an important professional quality, which plays a key role in carrying out professional activities. However, the expression of this quality needs to be different in various fields of military labor.

**OBJECTIVE.** Study the risk level in aviation specialists and doctors.

**MATERIALS AND METHODS.** The study involved 279 cadets (151 aviation specialists and 128 doctors), surveyed, using the questionnaire "Risk propensity study" by A. G. Shmelev. Statistics. Statistical processing of the received data was conducted by program Statistica 10,0, using the Mann-Whitney, Shapiro-Wilk test, descriptive statistics.

**RESULTS.** It was found that the level of risk propensity in aviation specialists differs statistically significantly (при  $p < 0,001$ ) from doctors' level. This fact could be due to different specifics of servicemen' work as different professions require different professionally important qualities.

**DISCUSSION.** Analysis of the data has revealed that risk propensity is more common for aviation specialists than doctors: the differences are more prominent in clusters, related to a game, gambling, the maintenance of social status, shopping, attitude towards thrill and boredom.

**CONCLUSION.** The level of risk propensity among aviation specialists differs significantly from doctors' level. This fact could be due to different specifics of servicemen' work as different professions require different professionally important qualities.

**KEYWORDS:** marine medicine, risk propensity, safety, decision-making, cadets, professionally important qualities, aviation specialists, doctors

**Введение.** Профессии, в которых человек подвергает риску свое здоровье и жизнь, относятся к экстремальным видам деятельности. Выполнение аварийно-спасательных работ, предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций, проведение подводных работ, ликвидация последствий террористического акта, воздушные перевозки и воинская служба проходят в особом режиме, в тяжелых условиях и связаны с витальной опасностью.

У военнослужащих особый характер обязанностей: «...выполнение поставленных задач в любых условиях, в том числе с риском для жизни»<sup>1</sup>. В сфере военных специальностей наличие склонности к риску является важным профессиональным качеством, играющим ключевую роль при осуществлении профессиональной деятельности. Но выраженность этого качества в разных областях военного труда требуется разная. Склонность к риску входит в перечень профессионально важных качеств авиационных специалистов<sup>2</sup>, а в перечень профессионально-важных качеств врачей не входит<sup>3</sup>.

**Цель.** Изучить уровень риска у курсантов авиационных и врачебных специальностей высших учебных заведений.

Существование реальной витальной угрозы: включение в структуру деятельности летчика фактора высоты как третьего измерения пространства, наличие значительного количества факторов риска, высокая вероятность осуществления деятельности на пределе или даже за гранью психофизиологических возможностей человека – определяют «неземной» профессии лётчика особое место среди других опасных профессий<sup>4</sup>.

**Материалы и методы.** Использованы данные двух групп курсантов: 151 будущего авиационного специалиста и 128 будущих врачей (далее – авиационные специалисты и врачи), обследованных на склонность к риску с помощью опросника «Исследование склонности к риску» А. Г. Шмелева. Опросник состоит из 50 вопросов: 10 вопросов оценивают искренность отвечающего, 40 вопросов направлены на оценку показателя величины склонности к риску. Анкеты, в которых показатель шкалы лжи равен 8 баллам, исключались. Статистическую обработку полученных данных осуществляли с помощью программы Statistica 10,0 с помощью критериев Манна-Уитни, Шапиро-Уилка, описательной статистики.

<sup>1</sup>О статусе военнослужащих: фед. закон от 27.05.1998 г. №76-ФЗ (в редакции фед. закона от 22.08.2004 № 122-ФЗ). [Текст] // ФЗ РФ. 1998. № 76-ФЗ.

<sup>2</sup>Крачко Э. А. Психофизиологические критерии распределения курсантов военного авиационного образовательного учреждения по родам авиации: специальность 14.03.08 «Авиационная, космическая и морская медицина»: автореф. Дис...канд. мед. наук / Крачко Э. А.; Воен.-мед. акад. им. С. М. Кирова. Санкт-Петербург. 2013. С. 29.

<sup>3</sup>Корзунин В. А. Закономерности динамики профессионально важных качеств военных врачей в процессе профессионализации: Дис... д-ра психол. наук: 19.00.04 / Корзунин В. А.; Воен.-мед. акад. им. С. М. Кирова. СПб., 2002. С. 555.

<sup>4</sup>Крачко Э. А. Психофизиологические критерии распределения курсантов военного авиационного образовательного учреждения по родам авиации: специальность 14.03.08 «Авиационная, космическая и морская медицина»: автореф. Дис...канд. мед. наук / Крачко Э. А.; Воен.-мед. акад. им. С. М. Кирова. Санкт-Петербург. 2013. С. 29.

**Результаты.** При анализе полученных данных выявлено, что у подавляющего большинства обследуемых средний уровень склонности к риску (табл. 1). Это можно объяснить тем, что данный контингент при поступлении в военный вуз проходил профессионально-психологический отбор, поэтому у 99 % обследуемых выявлен низкий и средний уровни склонности к риску.

Из-за несоответствия данных обеих групп закону нормального распределения (Тест Шапиро–Уилка для показателя склонности к риску у курсантов авиационных специальностей:  $W = 0,95372$ ;  $p = 0,00006$ ; у курсантов врачебных специальностей:  $W = 0,97242$ ;  $p = 0,01026$ ) для выявления различия в выраженности склонности к риску у авиационных специалистов и врачей выбран критерий Манна–Уитни (табл. 2). Результаты показали, что уровень склонности к риску авиационных специалистов статистически значимо отличается (при  $p < 0,001$ ) от уровня склонности к риску у врачей. Данный факт может объясняться разной спецификой работы военнослужащих, так как для разных профессий требуется наличие разных профессионально важных качеств.

При анализе полученных данных выявлено, что для авиационных специалистов более характерна высокая склонность к риску, чем для

врачей (см. табл. 2). Более заметны различия в группах вопросов, посвященных игре, азарту (вопросы 33, 44, 50), поддержанию социального статуса, покупкам (вопросы 27, 47), отношению к острым ощущениям и скуке (вопросы 2, 9, 23, 31, 40).

Для авиационных специалистов риск является важной характеристикой для освоения профессии, это помогает справляться с поставленными задачами в критических ситуациях. Врачам наличие склонности к риску может мешать в профессии, им нужно принимать взвешенные и хорошо продуманные решения, от которых зависит здоровье и жизнь других людей.

Представленные результаты исследования подтверждают, что совершение рискованных поступков чаще происходит во время службы авиационных специалистов, чем врачей.

**Обсуждение.** В Большом психологическом словаре Б. Мещерякова и В. Зинченко рассматривают понятие риск как «действие, направленное на привлекательную цель, достижение которой сопряжено с элементом опасности, угрозой потери, неуспеха». Присутствует выбор между рискованным и надежным, т. е. гарантирующим сохранение достигнутого, вариантами поведения [1]. В Словаре практического психолога С. Ю. Головина риск рассматрива-

Таблица 1

**Уровни склонности к риску у двух групп курсантов**

Table 1

**Levels of risk appetite in two groups of cadets**

Группы курсантов	Уровень склонности к риску, % (абс.)		
	низкий (0–10 баллов)	средний (11–29 баллов)	высокий (30–40 баллов)
Авиационные специальности ( $n = 151$ )	16,55 (25)	80,79 (122)	2,64 (4)
Врачебные специальности ( $n = 128$ )	20,31(26)	79,68(102)	0 (0)

Таблица 2

**Сравнение уровней склонности к риску у двух групп курсантов**

Table 2

**Comparison of risk appetite levels in two groups of cadets**

Группа курсантов	Me [ $Q_{25}$ ; $Q_{75}$ ]	p-level
Авиационные специальности ( $n = 151$ )	16,00 [12,00; 19,00]	$p < 0,001$
Врачебные специальности ( $n = 128$ )	13,00 [11,00; 16,50]	

ется как «ситуативная характеристика деятельности, состоящая в неопределенности ее исхода и возможных неблагоприятных последствиях в случае неуспеха». А психологическое понимание риска тождественно принятию риска — когда субъект предпочитает опасный вариант действия безопасному [2]. Г. Айзенк считал, что особенности темперамента, поиск ярких и необычных впечатлений влияют на выраженность склонности к риску [3, 4]. Создатель теории функциональных систем П. К. Анохин утверждал, что для осуществления поведения в ситуации риска обязательно наличие сформированных волевых качеств [4, 5].

Человек может идти на риск ради личной заинтересованности или благополучия других людей. Поведение, когда человек «ставит интересы других людей и общее благо выше личных интересов; установка, выражающаяся в готовности приносить жертвы в пользу ближних и общего блага» называется альтруизмом (от лат. *alter* — другой) [1]. Исполнение воинской службы предполагает готовность к героическому самоотречению.

Отношение к риску связано как с субъективным опытом [4, 6], так и с существующими правилами в обществе, признанными в культуре образцами поведения [4, 7]. В исследовании В. А. Балашовой и А. А. Звездиной [8] в склонности к риску у обучающихся профессии оперативных сотрудников полиции выявлена связь между поиском ярких новых эмоций и предрасположенностью к риску. Авторами делается вывод, что оправданная склонность к риску является основой для борьбы с правонарушениями, конфликтными ситуациями и противостоянием преступникам [4, 8].

В психологии риск исследуется в рамках теории принятия решений. Выбор осуществляется между менее привлекательной, но более надежной стратегией и более привлекательной, но менее надежной («синица в руках или журавль в небе») [9]. Граница между оправданным «полезным» и неоправданным риском очень размыта. Риск может быть вынужденной необходимостью, а может стать непростительной глупостью.

В исследовании А. В. Яныхбаша рискованное поведение описывается как средство повышения статуса в группе и имеет адаптивное значение [10].

Ученые В. Sicard и соавт. провели сравнение склонности к риску военных и коммерческих

пилотов. Поскольку коммерческие и военные полеты выполняются в разных условиях безопасности, они предположили, что уровни склонности к риску, наблюдаемые в этих разных условиях, не будут одинаковыми. 96 французских пилотов, 63 из которых летали на коммерческих самолетах (средний возраст 43 года) и 33 служили в военной авиации (средний возраст 33 года), были протестированы с помощью визуальной аналоговой шкалы оценки риска (EVAR) и шкалы импульсивности Баррата. EVAR состоит из 24 пунктов, распределенных по 5 факторам: самоконтроль, стремление к опасности, энергия, импульсивность и неуязвимость. Результаты исследования выявили значительно более высокие показатели у военных пилотов по сравнению с коммерческими пилотами по всем факторам EVAR, за исключением импульсивности. Эти различия в профиле риска были подтверждены с помощью шкалы Баррата [11, 12].

Для диагностики склонности к риску разработан ряд опросников: «Готовность к риску» (RSK) Шуберт, методика определения склонности к риску Когана–Валлаха, методика «Исследование склонности к риску А. Г. Шмелева, опросник «Личностные факторы принятия решений» ЛФР – 25 (Т. В. Корнилова), тест «Потребность в поиске ощущений», методика «Самооценка склонности к экстремально-рискованному поведению (М. Цуккерман), опросник для исследования уровня импульсивности (В. А. Лосенков), опросник «Импульсивность-7» (Г. Айзенк, С. Айзенк) – краткий модифицированный вариант А. Долныковой и Т. В. Корниловой (1995) [9], визуальная аналоговая шкала оценки риска (EVAR) [11, 12].

**Заключение.** Исследование подтвердило, что специфика труда авиационных специалистов, непосредственное противостояние с боевым противником определяют необходимость наличия склонности к риску, которое находится на среднем уровне выраженности, контролируется и оправдано. Выявлено, что при профессионально-психологическом отборе авиационных специалистов отсутствует необходимость применения опросника «Склонность к риску», так как и без него отбираются курсанты с повышенной склонностью к риску.

Склонность к риску у авиационных специалистов как специфическое качество личности – важнейшая составляющая суждений и принятия решений. Важно соблюдение баланса

рискованных решений и соблюдения необходимой безопасности [13].

Существование реальной витальной угрозы: включение в структуру деятельности летчика фактора высоты как третьего измерения пространства, наличие значительного коли-

чества факторов риска, высокая вероятность осуществления деятельности на пределе или даже за гранью психофизиологических возможностей человека – предопределяют «неземной» профессии летчика особое место среди других опасных профессий<sup>5</sup>.

<sup>5</sup>Крачко, Э.А. Психофизиологические критерии распределения курсантов военного авиационного образовательного учреждения по родам авиации: специальность 14.03.08 «Авиационная, космическая и морская медицина»: автореф. Дис...канд. мед. наук / Крачко Э. А.; Воен.-мед. акад. им. С. М. Кирова. Санкт-Петербург. 2013. С. 29.

#### Сведения об авторах:

*Кузнецова Екатерина Вениаминовна* – медицинский психолог научно-исследовательского отдела (медико-психологического сопровождения), Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; SPIN: 2587-9944; ORCID: 0009-0003-8067-2236; e-mail: ekaterina.levka@mail.ru

*Смагина Екатерина Евгеньевна* – младший научный сотрудник научно-исследовательского отдела (медико-психологического сопровождения), Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; SPIN: 5825-7154; ORCID: 0009-0002-1020-6734; e-mail: ekak@mail.ru

#### Information about authors:

*Ekaterina V. Kuznetsova* – Medical Psychologist of the Scientific Research Department (medical and Psychological support) of the Military Medical Academy named after S. M. Kirov; 194044, Saint Petersburg, Academician Lebedev str., 6; SPIN: 2587-9944; ORCID: 0009-0003-8067-2236; e-mail: ekaterina.levka@mail.ru

*Ekaterina E. Smagina* – Junior Researcher at the Research Department (Medical and Psychological Support) of the Military Medical Academy named after S. M. Kirov; 194044, Saint Petersburg, Academician Lebedeva str., 6; SPIN: 5825-7154; ORCID: 0009-0002-1020-6734; e-mail: ekak@mail.ru

**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 –

Е. Е. Смагина, Е. В. Кузнецова; сбор данных – Е. Е. Смагина, Е. В. Кузнецова, статистическая обработка полученного материала – Е. Е. Смагина, Е. В. Кузнецова; подготовка рукописи – Е.Е. Смагина, Е. В. Кузнецова.

**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:* SEE, KEE contribution to the concept and plan of the study. SEE, KEE contribution to data collection. SEE, KEE contribution to data analysis and conclusions. SEE, KEE 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.

**Финансирование:** исследование проведено без дополнительного финансирования.

**Funding:** the study was carried out without additional funding.

Поступила/Received: 05.02.2023

Принята к печати/Accepted: 15.05.2024

Опубликована/Published: 30.06.2024

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Мещеряков Б. Г., Зинченко В. П. *Большой психологический словарь*. 4-е изд., расширенное. Санкт-Петербург: Прайм-ЕВРОЗНАК. 2009. С. 811 [Meshcheryakov B. G., Zinchenko V. P. *Large Psychological Dictionary*. 4th edition, expanded. St. Petersburg: Prime-EUROZNAK, 2009, P. 811 (In Russ.)].
2. Головин С. Ю. *Словарь практического психолога*. Минск: Харвест. 1998. С. 301 [Golovin S. Yu. *Dictionary of practical psychologist*. Minsk: Harvest, 1998, P. 301 (In Russ.)].
3. Айзенк Г. *Парадоксы психологии*. М.: Эксмо. 2009. С. 352. [Eysenck G. *Paradoxes of psychology*. Moscow: Eksmo, 2009, P. 352 (In Russ.)].
4. Белашина Т. В., Рыжкова С. Р. Личностные корреляты склонности к риску у военнослужащих летного и наземного состава // *Развитие человека в современном мире*. 2022. № 4. С. 7–26 [Belashina T.V., Ryzhkova S.R. Personal cor-



- relates of risk propensity among flight and ground personnel. *Human Development in the Modern World*, 2022, No. 4, P. 7–26 (In Russ.).
5. Анохин П. К. *Очерки по физиологии функциональных систем*. М: Медицина. 1975. С. 448 [Anokhin P. K. *Sketches on physiology of functional systems*. Moscow: Medicine, 1975, P. 448 (In Russ.)].
  6. Кленова М. А. Субъективное благополучие как фактор готовности личности к риску // *Ананьевские чтения*. 2017: Преимущество в психологической науке: В. М. Бехтерев, Б. Г. Ананьев, Б. Ф. Ломов: Материалы традиционной международной научной конференции. СПб.: Айсинг. 2017. С. 296 [Klenova M. A. Subjective well-being as a factor of readiness of personality to risk. *Ananiev Readings*. 2017: Continuity in psychological science: V. M. Bekhterev, B. G. Ananyev, B. F. Lomov: materials of the traditional international scientific conference. St. Petersburg: Icing, 2017, P. 296 (In Russ.)].
  7. Абчук В., Альгин А. Риск как продукт экономической деятельности. // *Экономист*. 1997. № 6. С. 26–34 [Abchuk V., Algin A. Risk as a product of economic activity. *The Economist*. 1997, № 6, pp. 26–34 (In Russ.)].
  8. Балашова В. А., Звездина А. А. Склонность к риску как психологическая готовность к преодолению препятствий в условиях противодействия // *Вестник Московского университета МВД России*. 2018. № 6. С. 310–314 [Balashova V. A., Zvezdina A. A. Tendency to risk as psychological readiness to overcome obstacles in the conditions of counteraction. *Vestnik of the Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia*, 2018, No. 6, pp. 310–314 (In Russ.)].
  9. Ильин Е. П. и др. *Психология риска*. М.: Питер. 2012. С. 286 [Ilyin E. P. et al. *Psychology of risk*. Moscow: Piter, 2012, P. 286 (In Russ.)].
  10. Яныхбаш А. В. Склонность к риску в структуре личностных особенностей // *Прикладная юридическая психология*. 2012. № 2. С. 79–87 [Yanykhash A. V. Tendency to risk in the structure of personality traits. *Applied Legal Psychology*, 2012, № 2, C. 79–87 (In Russ.)].
  11. Sicard B., Taillemite J. P., Jouve E., Blin O. Risk propensity in commercial and military pilots. *Aviat Space Environ Med*, 2003, Vol. 74, No. 8, 879–881.
  12. Sicard B., Jouve E., Couderc H., Blin O. Age and risk-taking in French naval crew. *Aviat Space Environ Med*, 2001, Vol. 72, No. 1, 59–61. PMID: 11194995.
  13. Смагина Е. Е. Формирование представлений о безопасности личности у курсантов военных вузов // *Личность курсанта: психологические особенности бытия: материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции*, Краснодар, 24 ноября 2023 г. Краснодар: Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков. 2023 [Smagina E. E. Formation of perceptions of personal safety in military cadets. Personality of the cadet: psychological features of being: materials of the XIV All-Russian scientific-practical conference, Krasnodar, November 24, 2023. Krasnodar: Krasnodar Higher Military Aviation School of Pilots, 2023 (In Russ.)].

## ОПТИМИЗАЦИЯ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ С ХРОНИЧЕСКИМ СМЕШАННЫМ КОХЛЕОВЕСТИБУЛЯРНЫМ СИНДРОМОМ: ОПИСАТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

В. Г. Миронов\*, И. Г. Бабенкова, И. В. Миронов

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

**ЦЕЛЬ.** Изучить объективные и субъективные показатели слуховой и вестибулярной функций пациентов со смешанным кохлеовестибулярным синдромом до лечения, во время лечения и после него. На основании полученных данных оптимизировать подходы к лечению пациентов с данной патологией.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** Обследованы 842 пациента с диагнозом: смешанный кохлеовестибулярный синдром, средний возраст обследованной группы 52 года. Длительность заболевания составляла от 1 года до 4 лет. Комплексное обследование больных проводили в ключевых точках исследования (стационарно: до начала лекарственной терапии, в середине и в конце курса лечения, а также ежемесячно в течение 6 мес амбулаторно).

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** Наиболее чувствительным и объективным методом диагностики у данной категории больных явились показатели компьютерной видеонистагмографии. Оценка данных, по результатам компьютерной видеонистагмографии, выявляет следующие закономерности: по основным показателям наибольшие изменения определяются до начала лечения (точка 1); в процессе лекарственной терапии (точки 2, 3) показатели видеонистагмографии практически не изменяются, совпадают со значениями в точке 1; уменьшение дисбаланса в реагировании вестибулярной системы наблюдается в точках 4, 5 (3-й и 4-й месяцы наблюдения); в точке 6 (6-й месяц) регистрируются изменения в некоторых показателях, которые свидетельствуют в пользу начинающегося обострения заболевания. При оценке других показателей (тональная пороговая аудиометрия, вестибулярный паспорт и другие) результаты методов исследования не были чувствительны к изменениям.

**ОБСУЖДЕНИЯ.** При оценке клинических рекомендаций не найдено оптимальной схемы лечения данной патологии. Нами рекомендовано лечение, включающее комплексный подход, состоящий из двухнедельного курса парентеральных инъекций лекарственных препаратов (на основе этиологических причин развития патологического процесса) с включением в схему лечения физиотерапевтических процедур, вестибулярных реабилитационных мероприятий. Повторный курс поддерживающей терапии рекомендован через 6 мес после курса первичного лечения.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** В процессе исследования приведена и доказана оптимальная схема лечебных мероприятий и периоды профилактического лечения. Рекомендованный алгоритм ведения пациентов со смешанным кохлеовестибулярным синдромом поможет избежать прогрессирования заболевания, достичь стойкой ремиссии, предотвратит осложнения и инвалидизацию пациентов. Также данная стратегия более экономически выгодна.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** морская медицина, кохлеовестибулярный синдром, вестибулярная дисфункция, сенсоневральная тугоухость, нейросенсорная тугоухость, вестибулярная система, обследование, компьютерная видеоокулография, профилактика, лечение

\* Для корреспонденции: *Миронов Василий Геннадьевич, e-mail: mironov\_lor@mail.ru*

\* For correspondence: *Vasily G. Mironov, e-mail: mironov\_lor@mail.ru*

**Для цитирования:** Миронов В. Г., Бабенкова И. Г., Миронов И. В. Оптимизация лечения больных с хроническим смешанным кохлеовестибулярным синдромом: описательное исследование // *Морская медицина*. 2024. Т. 10, № 2.

С. 105–116, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-2-105-116> EDN: <https://elibrary.ru/BPVJBK>

**For citation:** Mironov V. G., Babenkova I. G., Mironov I. V. Optimization of treating patients with chronic mixed cochleovestibular syndrome: descriptive study // *Marine Medicine*. 2024. Vol. 10, № 2. P. 105–116,

doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-2-105-116> EDN: <https://elibrary.ru/BPVJBK>

© Авторы, 2024. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Научно-исследовательский институт промышленной и морской медицины федерального медико-биологического агентства». 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>

## OPTIMIZATION OF TREATING PATIENTS WITH CHRONIC MIXED COCHLEOVESTIBULAR SYNDROME: DESCRIPTIVE STUDY

*Vasily G. Mironov\*, Irina G. Babenkova, Ilya V. Mironov*  
Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia

**OBJECTIVE.** Study objective and subjective indicators of the auditory and vestibular functions of patients with mixed cochleovestibular syndrome before, during and after therapy. Based on the data obtained, optimize approaches to treat patients with this pathology.

**MATERIALS AND METHODS.** 842 patients were examined with the diagnosis: mixed cochleovestibular syndrome, the mean age of the examined group is 52. The duration of the disease was from 1 to 4 years. A comprehensive examination of patients was carried out проводили at key points of the study (inpatient: before initiation of drug therapy, in the middle and at the end of treatment course, and also outpatient monthly for 6 months).

**RESULTS.** Computer videonystagmography measures were the most sensitive and objective diagnostic method in this category of patients. Based on computer videonystagmography, data evaluation reveals the following patterns: by the main values, most changes are determined before therapy (point 1); during drug therapy (point 2, 3) videonystagmography values are almost unchanged, coinciding at point 1; reduced imbalance in the vestibular system response is observed at points 4, 5 (the 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> months of monitoring); at point 6 (the 6<sup>th</sup> month) there are recorded changes in some values, which speak of onset of the disease exacerbation. When assessing other values (tonal threshold audiometry, vestibular passport, etc.) the findings of study methods were not sensitive to changes.

**DISCUSSION.** The evaluation of clinical guidelines did not find the optimal scheme of treating this pathology. We recommend treatment, which includes a comprehensive approach, consisting of a two-week course of parenteral drug injections (based on etiological reasons for the development of the pathological process) with physiotherapeutic procedures and vestibular rehabilitation measures, included in the treatment regimen. The repeated course of supportive therapy is recommended 6 months after the course of primary treatment.

**CONCLUSION.** The study has given and proven the optimal scheme of therapeutic measures and periods of preventive treatment. The recommended algorithm of guiding patients with mixed cochleovestibular syndrome will help to avoid the progression of the disease, achieve stable remission, to prevent complications and disability of patients. This strategy is also more economically beneficial.

**KEYWORDS:** marine medicine, cochleovestibular syndrome, vestibular dysfunction, sensorineural hearing loss, neurosensory hearing loss, vestibular system, examination, computer videooculography, prevention, treatment

**Введение.** В настоящее время возросло число пациентов с нарушением слуха. Около 6 % населения земного шара (278 млн человек!) страдают глухотой или имеют проблемы со слухом<sup>1</sup>. Согласно Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), 360 млн человек имеют нарушения слуха свыше 40 дБ на лучше слышащее ухо различной этиологии. В Российской Федерации число пациентов со снижением слуха превышает 13 млн человек, из них 12 млн – взрослые люди. У 14 % человек в возрасте от 45 до 64 лет и у 30 % старше 65 лет имеются проблемы со слухом [1, 2].

В разных странах и даже внутри одного государства, но в разных научных сообществах, используют разную терминологию данной группы заболеваний. В Международной классификации болезней 10-го пересмотра (МКБ-10) закреплено название «Нейросенсорная потеря слуха».

Согласно определению в Клинических рекомендациях, разработанных Национальной медицинской ассоциацией оториноларингологов Министерства здравоохранения Российской Федерации в 2021 г., дано следующее определение: «Сенсоневральная тугоухость (нейросенсорная потеря слуха, перцептивная тугоухость, кохлеарная невропатия) – форма снижения (вплоть до утраты) слуха, при которой поражаются какие-либо из участков звуковоспринимающего отдела слухового анализатора, начиная от непосредственного сенсорного аппарата улитки и заканчивая поражением невральнх структур»<sup>2</sup>. В связи с тесной взаимосвязью слухового и вестибулярного анализаторов патология одного из них часто приводит к изменениям и в другом отделе. Таким образом, исследуя вестибулярную систему при патологии перцептивного аппарата слуховой системы у значительной доли пациен-

<sup>1</sup>Абдулкеримов Х.Т., Бобошко М.Ю., Таварткиладзе Г.А. и др. Сенсоневральная тугоухость у взрослых // Клинические рекомендации. 2021. 27 с.

<sup>2</sup>Таварткиладзе Г.А., Загорянская М.Е., Румянцева М.Г. и др. Методики эпидемиологического исследования нарушений слуха // Методические рекомендации. Москва, 2006, 27с.

тов, выявляются изменения функционирования вестибулярного анализатора [3]. На основании всего вышесказанного в клинической работе целесообразно использовать классификацию, которую разработали в 1996 г. проф. В. И. Бабияк и соавт. Пациенты с данной патологией относятся к группе смешанных кохлеовестибулярных синдромов [4].

В настоящее время лечение пациентов со смешанными кохлеовестибулярными синдромами не разработано. Больным с данной патологией рекомендовано только реабилитационное лечение в объеме слухопротезирования [5]. Вопрос о слухопротезировании изучен подробно и на сегодняшний день не вызывает сомнений. Вопрос о консервативной слухостабилизирующей терапии до настоящего времени остается дискуссионным [6–8]. Надо отметить, что изолированное поражение слухового анализатора встречается редко, часто такие патологические процессы протекают на фоне вертебро-базиллярной сосудистой недостаточности, остеохондроза шейного отдела позвоночника [9, 10, 11]. Изолированно поражаться сосуды головного мозга, не затрагивая артерии, питающие внутреннее ухо, не могут. При данной патологии нарушения возникают на нескольких уровнях и решать вопрос изолированно нельзя<sup>3</sup>. При данной патологии нужно подходить комплексно как к диагностике, так и к лечению [12–14].

**Цель.** Изучить объективные и субъективные показатели слуховой и вестибулярной функций пациентов со смешанным кохлеовестибулярным синдромом до лечения, во время лечения и после него. На основании полученных данных разработать и оптимизировать лечение пациентов с данной патологией.

**Материалы и методы.** Нами обследованы 1042 пациента со слуховыми нарушениями, у 842 пациентв с нарушением слуха были выявлены изменения в работе вестибулярного анализатора, поставлен диагноз: смешанный кохлеовестибулярный синдром. Основную группу составили пациенты с данной патологией в возрасте от 20 до 80 лет, средний возраст обследованной группы 52,0 года. Женщин в исследовании было незначительно больше, что соответствует данным литературы (308

мужчин; 534 женщины). По длительности заболевания в основном это были работающие люди без инвалидности, страдающие данным недугом сроком от 1 года до 4 лет. На основании представленных данных и при сопоставлении с данными литературы можно говорить о репрезентативности основной выборки. Все больные поступали в клинику для полного обследования и консервативного лечения.

Комплексное обследование больного проводили в ключевых точках исследования (до начала лекарственной терапии, в середине и в конце курса лечения, а также ежемесячно в течение 6 мес).

Точки исследования:

- 1 – на момент постановки диагноза или до начала лечения;
- 2 – через 7 дней после начала лечения;
- 3 – через 14 дней после начала лечения;
- 4 – через 30 дней после стационарного (1 мес) лечения;
- 5 – через 120 дней после лечения (через 3 мес);
- 6 – через 240 дней после стационарного лечения (через 6 мес).

Последняя точка исследования выбрана случайно, так как, по данным литературы, проведение повторных курсов терапии рекомендуется именно в эти сроки.

Пациенты получали курс консервативной слухостабилизирующей терапии. Стационарное лечение составило 14 дней. Терапевтические мероприятия включали курс парентеральных инъекций лекарственных препаратов в зависимости от этиопатогенетического механизма болезни; курс физиотерапевтических процедур; местное лечение; физическую реабилитацию.

Всем обследуемым проводили полный комплекс диагностических мероприятий. Схема обследования:

1. Жалобы;
2. Анамнез заболевания;
3. Анамнез жизни;
4. Оториноларингологическое обследование;
5. Исследование вестибулярного анализатора (исследование спонтанных патологических вестибулярных реакций, компьютерная стабилметрия, компьютерная видеоокулография и видеонистагмография, вращательные пробы, вызванные вестибулярные миогенные потенциалы, электрокохлеография);

<sup>3</sup>Бабияк В. И., Накатис Я. А., Пашинин А. Н. и др. Основы отоневрологии. Пособие для врачей. СПб.: Знание. 2015. 720 с.

6. Исследование слухового анализатора (объективные и субъективные методы обследования);

7. Дегидратационный тест;

8. Отоневрологическое обследование;

9. Заключение других специалистов;

10. Данные лабораторных исследований;

11. Дополнительные исследования;

12. Изучение показателей качества жизни как показатель клинико-экономического анализа.

При оценке полученных результатов наиболее чувствительным и объективным методом у данной категории больных оказался показатель компьютерной видеоокулографии. В настоящей статье приведены данные исследования как критерия эффективности проведенного лечения.

При обследовании выполнены следующие диагностические тесты:

*Экспериментальные пробы* (исследование вызванных вестибулярных реакций):

1) на слежение;

2) с саккадами;

3) исследование оптокинетического нистагма (кортикального и субкортикального);

4) калорические.

*Модуль общего исследования нистагма:*

1) исследование спонтанного нистагма;

2) исследование позиционного нистагма (шейного);

3) пупиллометрия.

При статистической обработке объективных данных использовали непараметрические критерии: непарный, Вилкоксона, Колмогорова–Смирнова и параметрические методы (критерий Стьюдента).

**Результаты.** Ниже приведены результаты видеоокулографии в ключевых точках исследования: проба на слежение; анализ качественных (форма кривой, регистрация корректирующих саккад) и количественных параметров (коэффициент усиления) данного диагностического теста. При оценке полученных данных наибольшее число больных с измененной формой кривой слежения регистрировали в точках исследования 1, 2 (47 % и 53 % соответственно), на последующих этапах обследования изменение формы наблюдали у меньшего процента пациентов (точка 3 – 29 %; точка 4 – 18 %; точка 5 – 12 %), что может свидетельствовать о положительной динамике в процессе лечения, форма кривой становится правильной, количество коррекционных саккад уменьшается. В точке 6 (35 %) отмечается увеличение количества пациентов с измененной формой, что доказывает ухудшение реагирования вестибулярного анализатора.

При анализе показателя коэффициента усиления также наблюдается характерная динамика значений. В процессе проводимой терапии (точки 1, 2, 3) показатели находятся в пределах незначительных колебаний (0,69 – 0,72 о/с), на этапе точек обследования 4 и 5 отмечается достоверное увеличение значений коэффициента усиления (0,74 – 0,8 о/с), что доказывает улучшение функционирования вестибулярной системы; в конце 4-го месяца после лечения (точка 6) отмечается обратное снижение показателя (0,7 о/с) (табл. 1).

*Результаты пробы с саккадами.* Авторами были изучены качественные и количественные показатели. К качественным параметрам относились форма кривой и наличие коррек-

Таблица 1

### Значение коэффициента усиления в тесте слежения

Table 1

#### The value of the gain in the tracking test

Параметр	Точка обследования					
	1	2	3	4	5	6
Латентный период	223,7 ± 44,7	215,7 ± 59,8	223,5 ± 61,2	189,7 ± 39,3	184,4 ± 38,1	242,0 ± 36,3
Статистическая значимость различий	0,03*	0,01*	0,016*	0,16	0,75	0,008*

*Примечание:* \* – различия относительно данных показателей с нормой,  $p < 0,05$

*Note:* \* – differences in relation to these indicators with a norm,  $p < 0.05$

ционных саккад. Количественные показатели: параметр латентного периода, показатель скорости фиксационного порога, процент точности фиксации.

Форма кривой не изменялась на протяжении всего исследования. Коррекционные саккады в процессе наблюдения не регистрировали.

Показатели латентного периода до и в процессе лечения увеличены; в точках 4, 5 отмечается уменьшение значений показателя до нормальных показателей и регрессия патологического процесса; в конце наблюдения (точка 6) выявляется изменение в сторону незначительного увеличения показателя (табл. 2).

*Значения показателей скорости фиксационного порога.* Показатели скорости фиксационного порога во всех ключевых точках находятся в пределах нормальных значений, в процессе наблюдения не отмечено статистически значимых изменений (табл. 3).

*Процент точности фиксации.* В процессе наблюдения изменений показателя процента точности фиксации нет, значения параметров

находятся в пределах нормы и статистически от нормы не отличаются (табл. 4).

Общий вывод по тесту саккад: достоверно изменяется только показатель латентного периода, остальные параметры у пациентов в норме и не изменяются в процессе лечения. Параметр латентного периода изменен в начале и в конце исследований (точки 1, 2, 6), что подтверждает дисбаланс в реагировании вестибулярной системы в данный момент обследования. На 2-й и 3-й месяцы лечения показатели латентного периода становятся нормальными, патологические процессы в вестибулярном анализаторе регрессируют.

*Результаты оценки оптокинетического нистагма.* Мы оценивали горизонтальный – кортикальный и субкортикальный нистагмы. При оценке динамики показателей в процессе лечения проводили сравнение следующих параметров: форма нистагма и количественные показатели.

Данные формы горизонтального кортикального оптокинетического нистагма в процессе

Таблица 2

## Показатели значений латентного периода

Table 2

## Indicators of the values of the latency period

Параметр	Точка обследования					
	1	2	3	4	5	6
Латентный период	223,7 ± 44,7	215,7 ± 59,8	223,5 ± 61,2	189,7 ± 39,3	184,4 ± 38,1	242,0 ± 36,3
Статистическая значимость различий	0,03*	0,01*	0,016*	0,16	0,75	0,008*

*Примечание:* \* – различия относительно данных показателей с нормой,  $p < 0,05$

*Note:* \* – differences in relation to these indicators with a norm,  $p < 0.05$

Таблица 3

## Показатели скорости фиксационного порога в процессе наблюдения

Table 3

## Indicators of the speed of the fixation threshold during the observation process

Параметр	Точка обследования					
	1	2	3	4	5	6
Скорость фиксационного порога	616,6 ± 86,2	654,1 ± 77,1	658,0 ± 58,0	633,7 ± 197,6	654,6 ± 129,0	544,3 ± 94,1
Статистическая значимость различий	0,8	0,53	0,72	0,25	0,34	0,8

*Примечание:* \* – различия относительно данных показателей с нормой,  $p < 0,05$

*Note:* \* – differences in relation to these indicators with a norm,  $p < 0.05$

Таблица 4

**Показатели процента точности фиксации в процессе наблюдения**

Table 4

**Indicators of the percentage of accuracy of fixation during the observation process**

Параметр	Точка обследования					
	1	2	3	4	5	6
Процент точности фиксации	93,7 ± 15,8	98,4 ± 14,3	103,7 ± 10,0	97,3 ± 9,7	95,2 ± 13,4	85,6 ± 10,3
Статистическая значимость различий	0,49	0,65	0,38	0,25	0,38	0,49

Примечание: \* – различия относительно данных показателей с нормой,  $p < 0,05$

Note: \* – differences in relation to these indicators with a norm,  $p < 0.05$ )

Таблица 5

**Динамика количественных показателей горизонтального кортикального оптокинетического нистагма в процессе обследования**

Table 5

**Dynamics of quantitative indicators of horizontal vertical optokinetic nystagmus during examination optokinetic nystagmus during treatment**

Параметр	Точка обследования					
	1	2	3	4	5	6
Коэффициент усиления	0,72 ± 0,07	0,69 ± 0,08	0,68 ± 0,09	0,8 ± 0,04	0,74 ± 0,05	0,7 ± 0,1
Скорость медленного компонента	23,9 ± 2,9	21,2 ± 2,5	22,0 ± 2,4	23,9 ± 2,2	20,1 ± 2,3	22,1 ± 3,8
Соотношение скорости нистагма к стимулу	1,2 ± 0,2	1,1 ± 0,1	1,1 ± 0,1	1,0 ± 0,1	1,0 ± 0,1	1,1 ± 0,2
Статистическая достоверность	0,29	0,16	0,84	0,09	0,17	0,29

Примечание: \* – различия относительно данных показателей с нормой,  $p < 0,05$

Note: \* – differences in relation to these indicators with a norm,  $p < 0.05$

лечения не изменяются, патологические изменения выявляются у минимального числа обследованных: 1 – 100,0 %; 2 – 94,1 %; 3 – 94,1 %; 4 – 91,2 %; 5 – 94,1 %; 6 – 94,1 % (табл. 5).

Параметры форма горизонтального субкортикального оптокинетический нистагм в процессе лечения не изменяется, патологическая изменения выявляются у минимального количества обследованных: 1 – 94,1 %; 2 – 100,0 %; 3 – 91,2 %; 4 – 91,2 %; 5 – 100,0; 6 – 97,1 %.

Показатели скорости медленной фазы горизонтального субкортикального оптокинетического нистагма достоверно не изменяются в процессе обследования (табл. 6).

Таким образом, при оценке данных, оптокинетический нистагм изменений параметров теста в процессе лечения и в период наблюдения

не выявляется. Если проанализировать возникновение оптокинетического нистагма, можно сделать вывод, что показатели горизонтального оптокинетического нистагма не обладают чувствительностью к «преходящим» динамическим изменениям в вестибулярной системе, и наши данные исследования еще раз доказывают эти результаты.

*Исследование параметров спонтанного нистагма в процессе обследования.* Нами были исследованы спонтанный нистагм – горизонтальный и вертикальный.

*Спонтанный горизонтальный нистагм.* В процессе лечения отмечаются динамические изменения числа пациентов, наибольшее их количество со спонтанными вестибулярными расстройствами определяется в точках 1, 2, 6

Таблица 6

**Динамика количественных показателей горизонтального субкортикального  
оптокинетического нистагма в процессе обследования**

Table 6

**Dynamics of quantitative indicators of horizontal subcortical optokinetic nystagmus during  
the examination**

Показатель	Точка обследования					
	1	2	3	4	5	6
Скорость медленного компонента	23,3 ± 2,9	21,3 ± 2,5	21,3 ± 2,4	20,0 ± 2,2	20,2 ± 2,3	21,9 ± 3,8
Соотношение скорости нистагма к стимулу	1,1 ± 0,1	1,1 ± 0,1	1,1 ± 0,1	1,0 ± 0,2	0,93 ± 0,2	1,1 ± 0,1
Статистическая достоверность	0,29	0,16	0,84	0,09	0,17	0,29

Примечание: \* - различия относительно данных показателей с нормой,  $p < 0,05$

Note: \* - differences in relation to these indicators with a norm,  $p < 0,05$

Таблица 7

**Параметры спонтанного горизонтального нистагма**

Table 7

**Parameters of spontaneous horizontal nystagmus**

Параметр исследования			Точка обследования					
			1	2	3	4	5	6
Спонтанный горизонтальный нистагм	наличие нистагма	Число пациентов	648	446	244	244	497	665
		Объем выборки, %	76,5	52,9	29,4	29,4	58,8	79,4
	отсутствие нистагма	Число пациентов	194	396	598	598	345	177
		Объем выборки, %	23,5	47,1	70,6	70,6	41,2	20,6
Итоговые параметры		Число пациентов	842	842	842	842	842	842

(в начале и в конце процесса наблюдения). Стабильность функционирования вестибулярного аппарата и минимальный дисбаланс системы выявляются в точках 3, 4 (в конце лечения, через месяц после проведенной терапии) (табл. 7).

При изменении числа пациентов количественные характеристики (скорость медленной фазы, частота скорости медленного компонента) нистагма достоверно не изменяются от проведенной терапии (табл. 8, 9).

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что в процессе лечения отмечаются динамические изменения числа пациентов, наибольшее количество больных со спонтанными вестибулярными расстройствами определяется в точках 1, 2, 6 (в начале и в конце процесса наблюдения). Стабильность в функционировании вестибулярной системы и минимальный

ее дисбаланс выявляются в точках 3, 4 (в конце лечения, через месяц после проведенной терапии). При изменении числа пациентов качественные характеристики нистагма от проведенной терапии достоверно не изменяются.

**Спонтанный вертикальный нистагм.** Спонтанный вертикальный нистагм выявляется у меньшего числа пациентов по сравнению с горизонтальным нистагмом (табл. 10).

Анализ полученных данных выявляет достоверное уменьшение числа пациентов со спонтанным вертикальным нистагмом в процессе наблюдения. Наименьшее число пациентов с вестибулярными нарушениями определяется в точках 2, 3, 4 (в процессе лекарственной терапии и через месяц после лечения). В конце курса исследования возникает обратный процесс: число больных увеличивается (точка 6).



Таблица 8

**Динамика показателей спонтанного горизонтального нистагма в процессе наблюдения**

Table 8

**Dynamics of indicators of spontaneous horizontal nystagmus during observation**

Параметр нистагма	Точка обследования					
	1	2	3	4	5	6
Скорость медленной фазы нистагма	3,4 ± 0,9	2,8 ± 1,1	3,6 ± 1,1	2,7 ± 1,7	3,0 ± 1,9	3,8 ± 1,3
Частота скорости медленной фазы нистагма	2,0 ± 0,5	1,8 ± 0,9	1,6 ± 1,1	1,1 ± 0,6	1,7 ± 0,9	1,8 ± 0,5

Примечание: \* – различия относительно показателей с нормой,  $p < 0,05$

Note: \* – differences in relation to these indicators with a norm,  $p < 0.05$

Таблица 9

**Статистическая достоверность изменения количественных показателей спонтанного горизонтального нистагма**

Table 9

**Statistical reliability of changes in quantitative indicators of spontaneous horizontal nystagmus**

Точка обследования	Количественный показатель	Точка обследования				
		1	2	3	4	5
2	Скорость медленной фазы нистагма	0,76				
	Частота скорости медленной фазы нистагма	0,28				
3	Скорость медленной фазы нистагма	0,2	0,16			
	Частота скорости медленной фазы нистагма	0,8	0,6			
4	Скорость медленной фазы нистагма	0,88	0,94	0,29		
	Частота скорости медленной фазы нистагма	0,33	0,12	0,3		
5	Скорость медленной фазы нистагма	0,35	0,27	0,7	0,42	
	Частота скорости медленной фазы нистагма	0,52	0,75	0,81	0,18	
6	Скорость медленной фазы нистагма	0,88	0,68	0,31	0,8	0,49
	Частота скорости медленной фазы нистагма	0,53	0,14	0,47	0,62	0,27

Примечание: \* – различия относительно данных показателей с нормой,  $p < 0,05$

Note: \* – differences in relation to these indicators with a norm,  $p < 0.05$

Таблица 10

**Регистрация спонтанного вертикального нистагма**

Table 10

**Registration of spontaneous vertical nystagmus**

Параметр исследования			Точка обследования						
			1	2	3	4	5	6	
Спонтанный горизонтальный нистагм	наличие нистагма	Число пациентов	297	99	49	49	148	248	
		Объем выборки, %	35,3	11,8	5,9	5,9	17,6	29,4	
	отсутствие нистагма	Число пациентов	545	743	793	793	694	594	
		Объем выборки, %	64,7	88,2	94,1	94,1	82,4	70,6	
Итоговые параметры			Число пациентов	842	842	842	842	842	842
			Процент выборки	100	100	100	100	100	100

Таблица 11

**Динамика показателей спонтанного нистагма в процессе наблюдения**

Table 11

**Dynamics of spontaneous nystagmus indicators during the observation process**

Параметр нистагма	Точка обследования					
	1	2	3	4	5	6
Угловая скорость медленной фазы нистагма	2,4 ± 1,4	1,6 ± 0,4	4,2 ± 0,1	4,0 ± 0,5	3,0 ± 0,8	2,5 ± 1,4
Частота скорости медленной фазы нистагма	2,1 ± 1,4	1,4 ± 0,6	2,6 ± 1,4	1,2 ± 0,3	2,4 ± 0,8	2,4 ± 1,3

Примечание: \* – различия относительно данных показателей с нормой,  $p < 0,05$

Note: \* – differences in relation to these indicators with a norm,  $p < 0.05$

Таблица 12

**Статистическая достоверность изменения количественных показателей спонтанного вертикального нистагма**

Table 12

**Statistical reliability of changes in quantitative indicators of spontaneous vertical nystagmus**

Точка обследования	Количественные показатели	Точка обследования				
		1	2	3	4	5
2	Скорость медленной фазы нистагма	0,6				
	Частота скорости медленной фазы нистагма	0,9				
3	Скорость медленной фазы нистагма	0,3	0,1			
	Частота скорости медленной фазы нистагма	0,4	0,3			
4	Скорость медленной фазы нистагма	0,1	0,1	0,5		
	Частота скорости медленной фазы нистагма	0,4	0,4	1,0		
5	Скорость медленной фазы нистагма	0,5	0,2	0,3	0,3	
	Частота скорости медленной фазы нистагма	0,9	0,9	0,9	0,5	
6	Скорость медленной фазы нистагма	0,2	0,1	0,6	0,6	0,5
	Частота скорости медленной фазы нистагма	0,8	0,7	0,7	1,0	0,7

Примечание: \* – различия относительно данных показателей с нормой,  $p < 0,05$

Note: \* – differences in relation to these indicators with a norm,  $p < 0.05$

Оценивая количественные данные полученного нистагма, авторы установили, что достоверных различий между параметрами нет (табл. 11, 12).

Подводя общий итог исследованию спонтанных вестибулярных реакций, авторы выявили достоверное уменьшение числа пациентов с нистагмом в процессе лечения и на этапе наблюдения (2-й и 3-й месяц после проведенной терапии). На шестом этапе обследования (4-й месяц после лечения) выявляется увеличение пациентов со спонтанным патологическим нистагмом. Количественные показатели нистагма не изменяются в процессе лечения, т. е. параметры выявленного нистагма даже у малого числа обследованных пациентов остаются стабильными.

**Результаты калорического нистагма.** Оценивались общие показатели битермального теста: коэффициент лабиринтной асимметрии и коэффициент дирекционного преобладания.

Стабилизация процесса реагирования вестибулярного анализатора на основании показателя лабиринтной асимметрии наблюдается во 2-й и 3-й месяц обследования (точки 3, 4, 5). В остальных точках исследования наблюдается патологическое изменение ответа за счет повышения коэффициента лабиринтной асимметрии (точки 1, 2, 6) (табл. 13).

При оценке коэффициента дирекционного преобладания выявляются достоверно высокие показатели (точка 1 – 23 %) в начале курса ле-

Таблица 13

## Динамика показателей лабиринтной асимметрии в калорическом тесте

Table 13

## Dynamics of indicators of labyrinthine asymmetry in the caloric test

Параметр исследования	Точка обследования					
	1	2	3	4	5	6
Лабиринтная асимметрия	24,7 ± 4,7	37,7 ± 1,8	31,0 ± 6,3	28,2 ± 1,2	18,4 ± 1,1	31,3 ± 8,1
Показатель статистической значимости	0,2	0,3	0,01*	0,03*	0,04*	0,2

Примечание: \* – различия относительно данных показателей с нормой,  $p < 0,05$

Note: \* - differences in relation to these indicators with a norm,  $p < 0.05$

Таблица 14

## Динамика коэффициента дирекционного преобладания

Table 14

## Dynamics of the coefficient of directional dominance

Параметр исследования	Точка обследования					
	1	2	3	4	5	6
Коэффициент исследования	14,4±5,8	23,8±7,8	15,4±3,0	10,4±6,9	11,4±2,4	9,3±2,0
Статистическая значимость данных	0,04*	0,35	0,7	0,09	0,43	0,28

Примечание: \* – различия относительно данных показателей с нормой,  $p < 0,05$

Note: \* – differences in relation to these indicators with a norm,  $p < 0.05$

чения, но уже в конце проводимой терапии отмечается снижение параметра до нормальных значений (точка 2 – 14 %) с сохранением значений в пределах нормы во всех последующих диагностических точках: 3 – 15 %; 4 – 10 %; 5 – 12 %; 6 – 8 % (табл. 14).

На основании данных битермального теста можно сделать вывод о имеющемся дисбалансе в реагировании вестибулярной системы (все показатели выше нормальных значений), нормализация параметров теста наблюдается в точках исследования 4 и 5 (3-й и 4-й месяц), но уже в конце исследования определяется возвращение большинства показателей к прежним значениям, как до лечения.

**Обсуждение.** При анализе полученных данных было выявлено, что аудиологические показатели статистически значимо не изменяются в ходе исследования, также надо заметить, что ряд данных аудиологических исследований относится к субъективным методам оценки слуха, что не может гарантировать объективность результатов. Таким образом, согласно полученным показателям, наиболее чувствительным и объективным методом у данной категории больных явились показате-

ли компьютерной видеоокулографии. Оценка данных, по результатам объективного исследования компьютерной видеонистагмографии, выявляет следующие закономерности: по основным показателям наибольшие изменения определяются до начала лечения (точка 1), в процессе лекарственной терапии (точки 2, 3) показатели видеоокулографии практически не изменяются, совпадают со значениями в точке 1; регрессия патологического процесса, уменьшение патологического дисбаланса при реагировании вестибулярной системы наблюдается в точках 4, 5 (3-й и 4-й месяцы наблюдения), в точке 6 (6-й месяц) регистрируется изменение в некоторых показателях от нормы, изменения свидетельствуют в пользу начинающего обострения заболевания.

В процессе исследования доказана наиболее оптимальная схема лечебных мероприятий и периоды профилактического лечения. Нами рекомендовано лечение, включающее комплексный подход, состоящий из двухнедельного курса парентеральных инъекций лекарственных препаратов (на основе этиологических причин развития патологического процесса). В схему лечения входят физиотерапевтические проце-

дуры, вестибулярные реабилитационные мероприятия. Повторный курс поддерживающей терапии рекомендован через 6 мес после курса первичного лечения.

Пациентам с данной патологией предписано динамическое наблюдение в процессе лечения. Через 3 мес после лечения рекомендована консультация врача-сурдолога с определением объема дообследования и решения вопроса о курсе поддерживающей терапии. Рекомендованный нами алгоритм ведения пациентов со смешанным кохлеовестибулярным синдромом поможет избежать прогрессирования заболевания, достичь стойкой ремиссии, предотвратить осложнения и инвалидизацию пациентов.

Схема ведения пациентов с данной патологией носит профилактический характер и направлена на предотвращение осложнений.

Также данная стратегия более экономически выгодна. В настоящее время, когда экономические вопросы остро стоят в медицине, суммируя все последствия развития данной патологии, финансово выгодно вести эту категорию пациентов по указанному протоколу.

**Заключение.** Разработаны критерии оценки объективных показателей вестибулярных и слуховых расстройств, по данным компьютерной видеонистагмографии, для пациентов с кохлеовестибулярной патологией. Апробирована схема лечения пациентов со смешанным кохлеовестибулярным синдромом на основании объективных данных функционирования вестибулярной системы. Предложен план динамического наблюдения пациентов при данной патологии, который позволяет осуществлять профилактические мероприятия для пациентов с кохлеовестибулярной патологией.

#### Сведения об авторах:

*Миронов Василий Геннадьевич* – доктор медицинских наук, доцент, полковник медицинской службы, доцент кафедры оториноларингологии, Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; SPIN: 6274-4638; ORCID: 0000-0003-1502-7997; e-mail: mironov\_lor@mail.ru

*Бабенкова Ирина Геннадьевна* – кандидат медицинских наук, врач сурдолог-оториноларинголог отделения патологии внутреннего уха кафедры оториноларингологии, Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; SPIN: 9427-5456; ORCID: 0009-0007-6395-7482; e-mail: bairge@mail.ru

*Миронов Илья Васильевич* – майор медицинской службы, помощник начальника научного отдела (организации научной работы и подготовки научно-педагогических кадров), Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; SPIN: 9427-5456; ORCID: 0000-0001-8382-8951; e-mail: ilyamirono@mail.ru

#### Information about the authors:

*Vasily G. Mironov* – Dr of Sci. (Med.), Associate Professor, Colonel of the medical service, Deputy Head Military Medical Academy named after S. M. Kirov; 194044, Saint Petersburg, Academician Lebedev str., 6; SPIN: 6274-4638; ORCID: 0000-0003-1502-7997; e-mail: mironov\_lor@mail.ru

*Irina G. Babenkova* – Cand. of Sci. (Med.), doctor, audiologist-otorhinolaryngologist, Department of Otorhinolaryngology, Military Medical Academy named after S. M. Kirov; 194044, Saint Petersburg, Academician Lebedev str., 6; SPIN: 9427-5456; ORCID: 0009-0007-6395-7482; e-mail: bairge@mail.ru

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

**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 – В. Г. Миронов, И. Г. Бабенкова. Вклад в сбор и математический анализ данных – И. Г. Бабенкова. Вклад в подготовку рукописи – И. Г. Бабенкова, В. Г. Миронов, И. В. Миронов.

**Author contribution.** All authors equally participated in the preparation of the article in accordance with the ICMJE criteria. All authors met the ICMJE authorship criteria.

*The largest contribution is distributed as follows:* Contribution to the concept and plan of the study – VGM, IGB. Contribution to the collection and mathematical analysis of data – IGB. Contribution to the preparation of the manuscript – IGB, VGM, IVM.

**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.

**Финансирование:** исследование проведено без дополнительного финансирования.

**Funding:** the study was carried out without additional funding.

Поступила/Received: 18.02.2023

Принята к печати/Accepted: 15.05.2024

Опубликована/Published: 30.06.2024

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Бобошко М. Ю., Савенко И. В., Гарбарук Е. С. и др. *Практическая сурдология*. СПб.: Диалог, 2021. 420 с. [Boboshko M. Yu., Savenko I. V., Garbaruk E. S., et al. *Practical sign language*. St. Petersburg: Dialog, 2021, 420 p. (In Russ.).]
2. Balkany T., Hodges A., Telischi F., et al. William House Cochlear Implant Study Group: position statement on bilateral cochlear implantation // *Otol Neurotol*, 2008, Vol. 29, No. 2, pp. 107-108.
3. Бабиак В. И., Накатис Я. А. *Клиническая оториноларингология*. СПб.: Гиппократ, 2005, 800 с. [Babiyak V.I., Nakatis Ya.A. *Clinical otorhinolaryngology*. Monograph. St. Petersburg: Hippocrates, 2005, 800 p. (In Russ.).]
4. Бабиак В.И., Ланцов А.А., Базаров В.Г. и др. *Клиническая вестибулология*. Монография. СПб.: Гиппократ, 1996, 336 с. [Babiyak V.I., Lantsov A.A., Bazarov V.G., etc.. *Clinical vestibulology*. Monograph. St. Petersburg: Hippocrates, 1996, 336 p. (In Russ.).]
5. Косьяков С. Я., Атанасян А. Г. Сенсоневральная тугоухость. Современные возможности терапии с позиции доказательной медицины. Москва: МЦФЭР, 2008, 79 с. [Kosyakov S. Ya., Atanasyan A. G. Sensorineural hearing loss. Modern possibilities of therapy from the perspective of evidence-based medicine. Moscow: ICFER, 2008, 79 p. (In Russ.).]
6. Лопотко А.И., Бердникова И.П., Бобошко М.Ю. и др. *Практическое руководство по сурдологии*. Монография. СПб.: Диалог, 2008, 274 с. [Lopotko A.I., Berdnikova I.P., Boboshko M.Yu., etc. *A practical guide to sign language*. Monograph. St. Petersburg: Dialog, 2008, 274 p. (In Russ.).]
7. Головокружение / под ред. М.Р. Дикса, Дж.Д. Худа (пер. с англ.). М.: Медицина, 1987. 480 с. [Vertigo / edited by M. R. Dix, J. D. Hood (translated from English). Moscow: Medicine, 1987, 480 p. (In Russ.).]
8. Mira E., Guidetti G., Ghilardi L., et al. Betahistine dihydrochloride in the treatment of peripheral vestibular vertigo. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2003, Vol. 260, No. 2, pp. 73-77.
9. Бабиак В. И., Гофман В. Р., Накатис Я. А. *Нейрооториноларингология*. СПб.: Гиппократ, 2002. 728 с. [Babiyak V. I., Hoffman V. R., Nakatis Ya. A. *Neuro-Rhinolaryngology*. St. Petersburg: Hippocrates, 2002, 728 p. (In Russ.).]
10. Парфенов В. А., Замерград М. В. Головокружение в неврологической практике // *Неврологический журнал*. 2005. № 1. С. 4-11 [Parfenov V. A., Zamergrad M. V. Vertigo in neurological practice. *Neurological Journal*, 2005, No. 1, pp. 4-11 (In Russ.).]
11. Megnigbeto C. A., Sauvage J. P., Launois R. The European Evaluation of Vertigo (EEV) scale clinical validation study. *Rev Laryngol Otol Rhinol (Bord)*, 2001, Vol. 122, No. 2, pp. 95-102.
12. Лиленко С.В., Янов Ю. К., Ситников В. П. *Расстройства равновесия. Часть I Этиопатогенез и диагностика*. СПб.: РИА-АМИ, 2005, 128 с. [Lilenko S. V., Yanov Yu. K., Sitnikov V. P. *Balance disorders. Part I Etiopathogenesis and diagnostics*. St. Petersburg: RIA-AMI, 2005, 128 c. (In Russ.).]
13. Митрофанов В. В., Бабиак В. И., Пашинин А. Н. и др. *Видеонистрагмография: методика и область применения // Новости оториноларингологии и логопатологии*. 2002. Т. 31, № 3. С. 37-49 [Mitrofanov V. V., Babiyak V. I., Pashinin A. N., et al. *Videonystagrammography: methodology and scope*. *News of otorhinolaryngology and logopathology*. 2002, Vol. 31, № 3, pp. 37-49].
14. Бертон М. Дж. Головокружение: особенности диагностики и лечения // *Лечащий врач*. 1999. № 4. С. 58-60 [Burton M. J. Vertigo: features of diagnosis and treatment. *Attending physician*, 1999, No. 4, pp. 58-60 (In Russ.).]

УДК 159.91

doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-2-117-124>

## ЦЕННОСТНЫЕ ОТНОШЕНИЯ ДЕЗАДАПТИРОВАННЫХ КУРСАНТОВ: РЕТРОСПЕКТИВНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

<sup>1</sup>А. Н. Ятманов\*, <sup>2</sup>А. М. Мартиросян, <sup>3</sup>М. А. Арустамян, <sup>4</sup>Е. В. Федоров

<sup>1</sup>Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Институт Медицинского образования Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, г. Великий Новгород, Россия

<sup>3</sup>Северо-западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия

<sup>4</sup>Военно-морская академия имени Адмирала Флота Советского Союза Н. Г. Кузнецова, Санкт-Петербург, Россия

**ЦЕЛЬ.** Изучить ценностные отношения дезадаптированных курсантов.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** В исследовании приняли участие 708 курсантов Военно-морского политехнического института Военного учебно-научного центра Военно-Морского Флота «Военно-морская академия», у 48 из них отмечены признаки психологической дезадаптации. Обследование проведено с помощью методики «Семантический дифференциал». С целью группировки понятий в разные семантические поля использован факторный анализ методом главных компонент с применением вращения Varimax normalized.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** Наибольшую долю дисперсии признаков у курсантов объясняет фактор «Военная служба». У дезадаптированных курсантов он занимает 2-е место. Напротив, в группе дезадаптированных 1-е место занимает фактор «Личностные ценности», который у курсантов находится на 3-м месте. На 2-м месте у курсантов расположен фактор «Делинквентность», который у дезадаптированных стоит на 4-я месте. На 3-м месте у курсантов с дезадаптацией расположен изолированный фактор «Аддикция». У курсантов изолированный фактор «Риск» располагается на 4-м месте. Таким образом, можно предположить, что курсанты с дезадаптацией не нашли себя в военном вузе в силу своих личностных особенностей. Для них более значимы гуманистические порывы, в то время как остальные курсанты более приземленные, более склонные к функционированию в условиях жестко регламентированного коллектива не исключая, впрочем, некоторые моменты несправедливости.

**ОБСУЖДЕНИЕ.** Другие авторы указывают на важность изучения ценностных ориентаций у военнослужащих, поскольку ценностные ориентации выступают в качестве психолого-педагогических образований, составляющих иерархическую систему, существующих в структуре личности только в качестве ее элементов и выполняющих регулятивную и контрольную функции. Роль регулятивной функции ценностных ориентаций личности заключается в воздействии на все уровни системы мотиваторов активности человека. Общий уровень военно-профессиональной ориентированности указывает на наличие в современных условиях баланса курсантов, имеющих как сформированную мотивационно-ценностную структуру личности, так и в значительной степени – несформированную, а также на противоречивость функционирования процесса формирования мотивационно-ценностной структуры личности военнослужащего, что определяет необходимость целенаправленной работы по формированию личности курсанта и в дальнейшем – офицера.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Личностные ценности и мотивация являются важным элементом в профессиональном становлении курсантов. Необходимо продолжение изучения ценностных установок и мотивации курсантов, динамики их развития в процессе профессионального становления, разработать или подобрать оптимальный психодиагностический инструмент и внедрить в практическую работу в рамках медико-психологического сопровождения курсантов.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** морская медицина, курсант, ценностные отношения, мотивация, дезадаптация, медико-психологическое сопровождение

\*Для корреспонденции: Ятманов Алексей Николаевич, e-mail: [yan20220@mail.ru](mailto:yan20220@mail.ru)

\*For correspondence: Alexey N. Yatmanov, e-mail: [yan20220@mail.ru](mailto:yan20220@mail.ru)

© Авторы, 2024. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Научно-исследовательский институт промышленной и морской медицины федерального медико-биологического агентства». 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 цитирования:** Ятманов А. Н., Мартиросян А. М., Арустамян М. А., Федоров Е. В. Ценностные отношения дезадаптированных курсантов: ретроспективное исследование // *Морская медицина*. 2024. Т. 10, No. 2. С. 117–125, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-2-117-124> EDN: <https://elibrary.ru/EXNIQU>

**For citation:** Yatmanov A. N., Martirosyan A. M., Arustamyan M. A., Fedorov E. V. Values-based attitudes of maladjusted cadets: retrospective study // *Marine medicine*. 2024. Vol. 10, No. 2. P. 117–124, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-2-117-125> EDN: <https://elibrary.ru/EXNIQU>

## VALUES-BASED ATTITUDES OF MALADJUSTED CADETS: RETROSPECTIVE STUDY

<sup>1</sup>Alexey N. Yatmanov\*, <sup>2</sup>Areg M. Martirosyan, <sup>3</sup>Makich A. Arustamyan, <sup>4</sup>Evgeniy V. Fedorov

<sup>1</sup>Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup>Institute of Medical Education, The Yaroslav-the-Wise Novgorod State University,  
Veliky Novgorod, Russia

<sup>3</sup>Northwestern State Medical University named after. I.I. Mechnikov, St. Petersburg, Russia

<sup>4</sup>N. G. Kuznetsov Naval Academy, St. Petersburg, Russia

**OBJECTIVE.** Study values-based attitudes of maladjusted cadets.

**MATERIALS AND METHODS.** The study involved 708 cadets of the Naval Polytechnic Institute of the Military Training and Research Centre of Navy “Naval Academy”, 48 of which having signs of psychological maladjustment. The survey was carried out using the techniques of “Semantic differential”. In order to group concepts in different semantic fields, factor analysis was applied by the method of principle components, using Varimax normalized.

**RESULTS.** The “military service” factor explains the greatest variability in cadets. It takes the second place in maladjusted cadets. For instance, the factor of “personal values” takes the first place in the maladjusted group, being on the 3<sup>rd</sup> place in cadets. “Delinquency” factor in on the 2<sup>nd</sup> place in cadets, being on the 4<sup>th</sup> one in the maladjusted. “Addiction” isolated factor is on the 3<sup>rd</sup> place in cadets with maladjustment. “Risk” isolated factor ranks 4<sup>th</sup> in cadets. Thus, it can be assumed that cadets with maladjustment have not found themselves in a military university due to their personal characteristics. Humanistic impulses are more important for them, while other cadets are more mundane, inclined to function in a strictly regulated team, which does not exclude some moments of injustice.

**DISCUSSION.** Other authors point to the importance of studying value orientations in servicemen, as they act as psychological and pedagogical entities, constituting a hierarchical system, existing in the personality structure as its elements and performing regulatory and control functions. The role of the regulatory function of individual’s value orientations is the impact on all the system levels of human activity motivators. In modern conditions the overall level of the military professional orientation points to the balance of cadets with both the formed value-motivational structure of personality and a largely unformed one, as well as to a contradictory functioning of the process of forming the value-motivational structure of the serviceman personality that determines the need for focused work to form the cadet personality and further – the officer one.

**CONCLUSION.** Personal values and motivation are an important element in cadets’ professional development. It is necessary to continue studying cadets’ value orientations and motivation, dynamics of their development in the process of the professional formation, developing or choosing an ideal psychodiagnostic tool and introducing in practical work within the framework of cadets’ medico-psychological support курсантов.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** marine medicine, cadet, values-based attitudes, motivation, maladjustment, medico-psychological support

**Введение.** В связи с ростом ответственности и сложностью решаемых армией и флотом задач, сокращением численности личного состава, а также переводом Вооруженных Сил на профессиональную основу повышаются требования к деловым, профессиональным и индивидуально-личностным качествам военнослужащих [1]. Комплектование достойными кандидатами, качественная военно-профессиональная подготовка курсантов и слушателей, а также последипломное совершенствование

офицеров – были и остаются важнейшими задачами военно-морских вузов [2].

Основные резервы повышения эффективности и реализации учебных программ, качества подготовки военно-морских специалистов в установленные сроки и их успешность в выполнении профессиональной деятельности в настоящее время связывают с совершенствованием мероприятий системы медико-психологического сопровождения этих видов деятельности [3].

Рассматривая проблему развития личности субъекта деятельности на профессиональном этапе жизненного пути, В. А. Бодров формулирует понятие «профессионализации» как процесс формирования специфических видов трудовой деятельности личности на основе развития и структурирования совокупности профессионально ориентированных ее характеристик на всех этапах. Профессионализация сопровождается развитием личности специалиста [4, 5].

При этом путь к эффективной профессиональной деятельности человека лежит через понимание его ценностей [6 – 8]. Только зная то, что движет человеком, что побуждает его к деятельности, какие ценностные ориентации лежат в основе его действий, можно попытаться разработать эффективную систему форм и методов управления им [9].

Ценностные отношения, по утверждению А. Г. Асмолова, относятся к классу устойчивых мотивационных образований или источников мотивации [10]. Их мотивирующее действие не ограничивается конкретной деятельностью, конкретной ситуацией, они соотносятся с жизнедеятельностью человека в целом и обладают высокой степенью стабильности [11, 12].

**Цель.** Изучить ценностные отношения дезадаптированных курсантов.

**Материалы и методы.** В исследовании приняли участие 708 курсантов Военно-морского политехнического института Военного учебно-научного центра Военно-Морского Флота «Военно-морская академия имени Адмирала Флота Советского Союза Н. Г. Кузнецова», у 48 из них отмечены признаки психологической дезадаптации. Исследование проведено с помощью методики «Семантический дифференциал» [13]. Статистическую обработку проводили с применением пакета программ Statistica 10.0. С целью группировки понятий в разные семантические поля использовали факторный анализ с помощью метода главных компонент с применением вращения Varimax normalized. Для проверки применимости факторного анализа к выбранным переменным используется мера выборочной адекватности Кайзера–Мейера–Олкина и критерий сферичности Барлетта – критерий многомерной нормальности для распределения переменных.

**Результаты.** При проверке данных для факторного анализа показателей курсантов выявлено, что мера выборочной адекватности

Кайзера–Мейера–Олкина составляет 0,876 – данные, безусловно, адекватны для применения факторного анализа. У критерия сферичности Барлетта значение  $p < 0,05$  – это указывает на то, что данные вполне приемлемы для проведения факторного анализа.

В группе курсантов выделено 4 фактора (табл. 1).

У изучаемого Фактора 1 нагрузка распределена на показатели: дисциплина (0,690), ответственность (0,618), я-идеальное (0,521), военная служба (0,736), воинский коллектив (0,582). Вклад этого фактора в общую дисперсию исходных признаков составил 21,3 %. Его название, осознанное через его содержание, – «Военная служба».

У изучаемого Фактора 2 нагрузка распределена на следующие показатели: алкоголь (-0,543), нарушение закона (-0,687), ложь (-0,731), наркотики (-0,851). Вклад этого фактора в общую дисперсию исходных признаков составил 19,8 %. Его название «Делинквентность».

У изучаемого Фактора 3 нагрузка распределена на следующие показатели: материальное благополучие (0,780), карьера (0,753), я-реальное (0,539), будущее (0,693), семья (0,725). Вклад этого фактора в общую дисперсию исходных признаков составил 15,3 %. Его название «Личностные ценности».

Четвертый Фактор – «Риск» объясняет 7,7 % дисперсии исходных признаков и включает показатель риск.

Таким образом, свое я-идеальное курсанты связывают с военной службой, сопряженной с ней дисциплиной, ответственностью и нахождением в воинском коллективе.

Я-реальное курсанты ассоциируют с семьей и будущим, карьерой и связанной с ней материальным благополучием.

Курсанты отдельно выделяют риск как фактор.

При проверке данных для факторного анализа показателей курсантов с дезадаптацией выявлено, что мера выборочной адекватности Кайзера–Мейера–Олкина составляет 0,802, – данные, безусловно, адекватны для применения факторного анализа. У критерия сферичности Барлетта значение  $p < 0,05$ , что указывает на то, что данные вполне приемлемы для проведения факторного анализа.

В группе курсантов с дезадаптацией выделено 4 фактора (табл. 2).



Таблица 1

**Матрица повернутых компонент личностного эмоционального отношения курсантов к ценностям**

Table 1

**The matrix of rotated components of the cadets' personal emotional attitude to values**

Показатель	Фактор			
	1	2	3	4
Дисциплина	0,690	0,016	0,414	0,022
Ответственность	0,618	0,108	0,533	0,061
Алкоголь	-0,358	-0,543	-0,053	-0,041
Материальное благополучие	0,165	-0,047	0,780	-0,149
Нарушение закона	-0,100	-0,687	-0,216	0,311
Карьера	0,388	0,106	0,753	-0,020
Я-идеальное	0,521	0,145	0,484	-0,073
Военная служба	0,736	0,243	0,286	0,066
Я-реальное	0,494	0,240	0,539	0,200
Будущее	0,125	0,278	0,693	0,333
Семья	0,091	0,331	0,725	0,226
Ложь	-0,342	-0,731	-0,169	0,030
Наркотики	-0,003	-0,851	-0,083	-0,095
Риск	0,019	-0,103	0,073	0,871
Воинский коллектив	0,582	0,189	0,264	0,335
Общ. дис.	3,405	3,163	2,452	1,232
Доля общ.	0,213	0,198	0,153	0,077

У изучаемого Фактора 1 нагрузка распределена на показатели: дисциплина (0,932), ответственность (0,873), материальное благополучие (0,927), карьера (0,956), я-идеальное (0,571), я-реальное (0,540), семья (0,630), риск (0,806). Вклад этого фактора в общую дисперсию исходных признаков составил 36,2 %. Его название, осознанное через его содержание, – «Личностные ценности».

У изучаемого Фактора 2 нагрузка распределена на следующие показатели: алкоголь (-0,889), ложь (-0,968). Вклад этого фактора в общую дисперсию исходных признаков составил 21,2 %. Его название «Аддикция».

У изучаемого Фактора 3 нагрузка распределена на следующие показатели: будущее (0,610), военная служба (0,937), воинский коллектив (0,889). Вклад этого фактора в общую дисперсию исходных признаков составил 23,4 %. Его название – «Военная служба».

Четвертый фактор – «Делинквентность» – объясняет 12,7 % дисперсии исходных призна-

ков и включает показатели нарушение закона (-0,646) и наркотики (-0,821).

Деадаптированные курсанты свое я-идеальное и я-реальное связывают с семьей, дисциплиной, ответственностью, карьерой и через нее – с материальным благополучием, что, впрочем, у них сопряжено с риском. Таким образом, дезадаптанты готовы рисковать для достижения своих целей, что может объяснять их желание уволиться из учебного заведения.

Курсанты с дезадаптацией отдельно выделяют аддиктивную направленность.

Сравнительная характеристика факторов в группах курсантов представлена в табл. 3.

Показано, что наибольшую долю дисперсии признаков у курсантов объясняет фактор «Военная служба», у дезадаптированных курсантов он занимает 2-е место. Напротив, в группе дезадаптированных 1-е место занимает фактор «Личностные ценности», который у курсантов на 3-м месте. На 2-м месте у курсантов расположен фактор «Делинквентность», который у

Таблица 2

**Матрица повернутых компонент, группа курсантов с дезадаптацией**

Table 2

**Matrix of rotated components, a group of cadets with maladaptation**

Показатель	Фактор			
	1	2	3	4
Дисциплина	0,932	-0,109	0,309	0,147
Ответственность	0,873	0,222	0,423	0,043
Алкоголь	0,092	-0,889	-0,266	-0,331
Материальное благополучие	0,927	0,280	0,098	0,158
Нарушение закона	-0,247	-0,261	-0,627	-0,646
Карьера	0,956	-0,039	-0,006	0,182
Я-идеальное	0,571	-0,337	0,560	0,485
Военная служба	0,262	0,150	0,937	0,127
Я-реальное	0,540	0,527	0,493	0,159
Будущее	0,532	0,346	0,610	0,273
Семья	0,630	0,316	0,483	0,351
Ложь	-0,031	-0,968	-0,143	-0,023
Наркотики	-0,143	-0,446	0,143	-0,821
Риск	0,806	0,080	-0,311	-0,470
Воинский коллектив	-0,111	0,217	0,889	-0,174
Общ. дис.	5,790	3,399	3,741	2,037
Доля общ.	0,362	0,212	0,234	0,127

Таблица 3

**Сравнительная характеристика факторов обследованных курсантов**

Table 3

**Comparative characteristics of the factors of the examined cadets**

Фактор	Курсанты		Дезадаптация	
	доля фактора, %	место, ранг	доля фактора, %	место, ранг
Военная служба	21,3	I	23,4	II
Делинквентность	19,8	II	12,7	IV
Личностные ценности	15,3	III	36,2	I
Риск	7,7	IV	-	-
Аддикция	-	-	21,2	III

дезадаптированных находится на 4-м месте. На 3-м месте у курсантов с дезадаптацией расположен изолированный фактор «Аддикция». У курсантов изолированный фактор «Риск» располагается на 4-м месте.

Таким образом, можно предположить, что курсанты с дезадаптацией не нашли себя в военном вузе в силу своих личностных особенностей. Для них более значимы гуманистические порывы, в то время как курсанты более при-

земленные, более склонные к функционированию в условиях жестко регламентированного коллектива, не исключая, впрочем, некоторые моменты несправедливости.

**Обсуждение.** С. В. Тепляков указывает на важность изучения ценностных ориентаций у военнослужащих [14]. Так, ценностные ориентации выступают в качестве психолого-педагогических образований, составляющих иерархическую систему, существующих в

структуре личности только в качестве ее элементов и выполняющих регулятивную и контрольную функции [15]. Роль регулятивной функции ценностных ориентаций личности заключается в воздействии на все уровни системы мотиваторов активности человека. С помощью контрольной функции ценностных ориентаций действие потребностей любого рода может ограничиваться и преобразовываться. Специфичность действенности ценностных ориентаций выражается в охвате не только высших структур сознания, но и тех, которые выступают в качестве подсознательных структур. Они определяют направленность воли, внимания, интеллекта.

Совокупность ценностей представляет собой особые свойства личности, позволяющие ей выступать в качестве определенных побуждающих мотивов для достижений требуемого результата, приобретая функцию регуляторов социального поведения [16].

Под уровнем сформированности мотивационно-ценностной структуры личности военнослужащего у курсанта понимается степень развития свойств его личности, характеризующая направленность и глубину его устремлений

относительно военно-профессиональной деятельности.

А. Б. Буханцев отмечает, что общий уровень военно-профессиональной ориентированности указывает на наличие в современных условиях баланса курсантов, имеющих как сформированную мотивационно-ценностную структуру личности, так и в значительной степени несформированную, а также на противоречивость функционирования процесса формирования мотивационно-ценностной структуры личности военнослужащего, что определяет необходимость целенаправленной работы по формированию личности курсанта и в дальнейшем – офицера [17].

**Заключение.** Результаты исследования показывают, что личностные ценности и мотивация являются важными элементами в профессиональном становлении курсантов. Необходимо продолжить изучение ценностных установок и мотивации курсантов, динамику их развития в процессе профессионального становления, разработать или подобрать оптимальный психодиагностический инструмент и внедрить их в практическую работу в рамках медико-психологического сопровождения курсантов.

#### Сведения об авторах:

*Ятманов Алексей Николаевич* – кандидат медицинских наук, докторант, Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова; 194044, Санкт-Петербург, улица Академика Лебедева, д. 6; ORCID: 0000-0003-0043-3255; e-mail: yan20220@mail.ru

*Мартirosян Арег Мартirosович* – студент, Институт медицинского образования Новгородского государственного университета имени Ярослава Мудрого, Великий Новгород; 173003, Великий Новгород, ул. Большая Санкт-Петербургская, д. 41; ORCID: 0009-0009-5653-9121; e-mail: areg.martirosyan@bk.ru

*Арустамян Макич Арустамович* – студент, Северо-западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова; 191015, г. Санкт-Петербург, ул. Кирочная 41; e-mail: arustamyan-makich@mail.ru

*Федоров Евгений Владимирович* – преподаватель, Морской корпус Петра Великого – Санкт-Петербургский военно-морской институт Военного учебно-научного центра Военно-Морского Флота «Военно-морская академия имени Адмирала Флота Советского Союза Н. Г. Кузнецова»; 199034, Санкт-Петербург, набережная Лейтенанта Шмидта, д. 17; e-mail: j816@ya.ru

#### Information about the authors:

*Alexey N. Yatmanov* – Cand. of Sci. (Med.), Doctoral Student, Military Medical Academy named after S. M. Kirov; 194044, Saint Petersburg, Academician Lebedev str., 6; ORCID: 0000-0003-0043-3255; e-mail: yan20220@mail.ru

*Areg M. Martirosyan* – Student of The Yaroslav-the-Wise Novgorod State University, Veliky Novgorod; 173003, Veliky Novgorod, Bolshaya St. Petersburgskaya str., 41; ORCID: 0009-0009-5653-9121; e-mail: areg.martirosyan@bk.ru

*Makich A. Arustamyan* – Student of the North-Western State Medical University named after. I.I. Mechnikov; 191015, St. Petersburg, Kirochnaya st., 41; e-mail: arustamyan-makich@mail.ru

*Evgeniy V. Fedorov* – Teacher of the Peter the Great Naval Corps – St. Petersburg Naval Institute of the Military Educational and Scientific Center of the Navy “Naval Academy named after Admiral of the Fleet of the Soviet Union N. G. Kuznetsov”; 199034, Saint Petersburg, Lieutenant Schmidt embankment, 17; e-mail: j816@ya.ru

**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.Н. Ятманов; сбор данных – М. А. Арустамян, Ф. Е. Федоров, статистическая обработка полученного материала – А.Н. Ятманов, А. М. Мартirosян; подготовка рукописи – А.Н. Ятманов, А.М. Мартirosян, М. А. Арустамян, Ф. Е. Федоров

**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:* YaAN contribution to the concept and plan of the study. MAA, FEF contribution to data collection. YaAN, MAM contribution to data analysis and conclusions. YaAN, MAM, MAA, FEF 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.

**Финансирование:** исследование проведено без дополнительного финансирования.

**Funding:** the study was carried out without additional funding.

Поступила/Received: 14.04.2023

Принята к печати/Accepted: 15.05.2024

Опубликована/Published: 30.06.2024

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Закревский Ю. Н., Шевченко А. Г., Кузнецов С. А., Архангельский Д. А., Сердюк В. И., Жданов А. А. Опыт медицинского обеспечения учения межвидовой группировки сил (войск) в Арктике // *Военно-медицинский журнал*. 2018. Т. 339, № 8. С. 93–96 [Zakrevsky Yu. N., Shevchenko A. G., Kuznetsov S. A., Arkhangelsky D. A., Serdyuk V. I., Zhdanov A. A. Experience of medical support for the training of an interspecific group of forces (troops) in the Arctic. *Military Medical Journal*, 2018, T. 339, No. 8, pp. 93–96 (In Russ.)].
2. Мосягин И. Г. Морская медицина // *Реестр новых научных направлений*. М.: 2018. С. 162–163. [Mosyagin I. G. Marine medicine. *Register of new scientific directions*. Moscow: 2018. pp. 162–163 (In Russ.)].
3. Овчинников Б. В., Юсупов В. В., Вайгачева Л. В., Кузина Р. Х., Румянцева А. И. Профессиональное психическое здоровье и принципы его сохранения // *Психология XXI века. Вызовы нового времени*. 2020. С. 157–163 [Ovchinnikov B. V., Yusupov V. V., Vaigacheva L. V., Kuzina R. Kh., Rumyantseva A. I. Professional mental health and principles of its preservation. *Psychology of the XXI century. Challenges of the new time*. 2020, pp. 157–163 (In Russ.)].
4. Королева И. Н., Караяни А. Г., Закревский Ю. Н. Влияние психологической групповой сплоченности у моряков - подводников на выполнение задач в повседневной учебно-боевой деятельности // *Научно-информационный журнал Армия и общество*. 2015. Т. 47, № 4. С. 16–19 [Koroleva I. N., Karayani A. G., Zakrevsky Yu. N. The influence of psychological group cohesion among submariners on the performance of tasks in everyday combat training activities. *Scientific information magazine Army and Society*. 2015, Vol. 47, No. 4, pp. 16–19 (In Russ.)].
5. Тепляков С. В. Анализ опыта формирования профессиональных ценностных ориентаций у военнослужащих войск Национальной гвардии Российской Федерации // *Мировые научные исследования и разработки: современные достижения, риски, перспективы*. 2023. С. 135–139 [Teplyakov S. V. Analysis of the experience of forming professional value orientations among military personnel of the National Guard of the Russian Federation. *World scientific research and development: modern achievements, risks, prospects*. 2023, pp. 135–139 (In Russ.)].
6. Анохина Д. Л., Соболева Т. Н. Структура эмоционального интеллекта в зависимости от социальных ценностей военнослужащего // *Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке*. 2023. Т. 2. С. 115–120 [Anokhina D. L., Soboleva T. N. The structure of emotional intelligence depending on the social values of a serviceman. *Scientific, technical and economic cooperation of Asia-Pacific countries in the 21st century*. 2023, T. 2, pp. 115–120 (In Russ.)].
7. Хугаева С. Г., Котовская С. В., Ложкина Л. И., Мосягин И. Г. Психологические особенности профессиогенеза (адаптивный профессиогенез рыбаков тралового флота в условиях Арктического севера) // *Мир психологии*. 2015. Т. 83, № 3. С. 244–253 [Khugaeva S. G., Kotovskaya S. V., Lozhkina L. I., Mosyagin I. G. Psychological features of occupational genesis (adaptive occupational genesis of trawl fleet fishermen in the conditions of the Arctic North). *World of Psychology*. 2015, Vol. 83, No. 3, pp. 244–253 (In Russ.)].
8. Якубовская О. М. Формирование мотивационно-ценностного отношения к служебно-боевой деятельности, как фактору успешности воспитания военнослужащих проходящих службу по контракту // *Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта*. 2013. Т. 103, № 9. С. 210–216 [Yakubovskaya O. M. Formation of a motivational and value-based attitude to service and combat activities as a factor in the success of education of military personnel serving under contract. *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*. 2013, Vol. 103, No. 9, pp. 210–216 (In Russ.)].
9. Котовская С. В., Мосягин И. Г. Взаимосвязь показателей функционального состояния субъектов экстремальной деятельности с компонентами жизнеспособности // *Психология. Психофизиология*. 2019. Т. 12, № 3. С. 64–71 [Kotovskaya S. V., Mosyagin I. G. Interrelation of indicators of the functional state of subjects of extreme activities with components of vitality. *Psychology. Psychophysiology*. 2019, Vol. 12, No. 3, pp. 64–71 (In Russ.)].
10. Голованов А. В. Мотивационная сфера военнослужащих, ее структура, проблемы и способы развития // *Фундаментальные достижения и прогрессивные взгляды в образовании*. 2022. С. 13–21 [Golovanov A. V. Motivational sphere of military personnel, its structure, problems and methods of development. *Fundamental achievements and progressive views in education*. 2022, pp. 13–21 (In Russ.)].
11. Мосягин И. Г. Профилактика заболеваемости личного состава ВМФ в 2014 г. // *Морской сборник*. 2014. № 7. С. 64–69 [Mosyagin I. G. Prevention of morbidity among Navy personnel in 2014. *Marine collection*. 2014, No. 7, pp. 64–69 (In Russ.)].
12. Федосеева И. А., Бушуев А. Ю. Роль мотивации в профессиональной подготовке военнослужащих // *Философия образования*. 2020. Т. 20. № 4. С. 141–152 [Fedoseeva I. A., Bushuev A. Yu. The role of motivation in the professional training of military personnel. *Philosophy of Education*. 2020, Vol. 20, No. 4, pp. 141–152 (In Russ.)] doi: 10.15372/PNE20200410

13. Баурова Н. Н., Рудой И. С. Прогностическая модель развития невротических расстройств у курсантов военных вузов // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2012. № 3. С. 76-78. [Baurova N. N., Rudoy I. S. Predictive model of the development of neurotic disorders among cadets of military universities. *Medical-biological and social-psychological problems of safety in emergency situations*. 2012, No. 3, P. 76-78. (In Russ.)].
14. Тепляков С. В. Ценностные ориентации в структуре личности военнослужащего по контракту войск Национальной гвардии Российской Федерации // Известия Саратовского военного института войск национальной гвардии. 2023. Т. 10, № 1. С. 37-42 [Teplyakov S. V. Value orientations in the personality structure of a contract serviceman of the National Guard of the Russian Federation. *News of the Saratov Military Institute of National Guard Troops*. 2023, Vol. 10, No. 1, pp. 37-42 (In Russ.)].
15. Макеенко В. В., Кузнецов С. В., Груздева Д. А., Баурова Н. Н., Мороз В. А. Актуальные вопросы здоровья студентов медицинских ВУЗов // Известия Российской военно-медицинской академии. 2020. Т. 39, № S3-3. С. 126-131. [Makenenko V.V., Kuznetsov S.V., Gruzdeva D.A., Baurova N.N., Moroz V.A. Current issues of health of students of medical universities. *News of the Russian Military Medical Academy*. 2020, T. 39, No, S3-3. pp. 126-131. (In Russ.)].
16. Зайцев А. В. Содержание и структура ценностного отношения военнослужащих контрактной службы к военной службе // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 3. С. 72-76 [Zaitsev A. V. Content and structure of the value attitude of contract servicemen to military service. *Modern science-intensive technologies*. 2023, No. 3, pp. 72-76 (In Russ.)].
17. Буханцев А. Б. Мотивы и ценности современных курсантов: социологический анализ // Известия Юго-Западного государственного университета. 2011. Т. 37, № 4. С. 69-77 [Bukhantsev A. B. Motives and values of modern cadets: sociological analysis. *News of the South-West State University*. 2011, Vol. 37, No. 4, pp. 69-77 (In Russ.)].

## КРАТКОЕ СООБЩЕНИЕ

УДК 613.6:626.02.-051

doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-2-125-128>

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ-ПОДВОДНИКОВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

<sup>1</sup>И. М. Мунтян\*, <sup>1,2</sup>С. А. Федоткина<sup>1</sup>Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

Освоение океана происходит в исследовательском, экспериментальном и промышленном направлениях, которые и определяют основные принципы подготовки специалистов, работающих в условиях подводной среды водолазным способом. Имеются проблемы набора абитуриентов в учебные заведения, которые осуществляют подготовку по водолазной специальности, связанные с малочисленностью поступающих и низким уровнем состояния их здоровья, что ставит новые задачи для морской медицины. С учетом современных реалий необходима оптимизация модели отбора водолазов.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** морская медицина, специалисты-подводники, подготовка водолазов, стрессоустойчивость водолазов

\*Для корреспонденции: Мунтян Иван Михайлович, e-mail: [madagascar82@mail.ru](mailto:madagascar82@mail.ru)

\*For correspondence: Ivan M. Muntyan, e-mail: [madagascar82@mail.ru](mailto:madagascar82@mail.ru)

Для цитирования: Мунтян И. М., Федоткина С. А. Совершенствование организации подготовки специалистов-подводников в Российской Федерации // *Морская медицина*. 2024. Т. 10, № 2. С. 125–128, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-2-125-128> EDN: <https://elibrary.ru/PTONOW>

For citation: Muntyan I.M., Fedotkina S.A. Improvement of training activities of expert divers in Russian Federation // *Marine Medicine*. 2024. Vol. 10, № 2. P. 125–128, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2024-10-2-125-128> EDN: <https://elibrary.ru/PTONOW>

### IMPROVEMENT OF TRAINING ACTIVITIES OF EXPERT DIVERS IN RUSSIAN FEDERATION

<sup>1</sup>Ivan M. Muntyan\*, <sup>1,2</sup>Svetlana A. Fedotkina<sup>1</sup>Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia<sup>2</sup>St. Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia

Ocean management takes place in research, experimental and industrial directions, which define the basic principles of training specialist, working as divers in the underwater environmental condition. There are problems of enrolment in educational institutions, which provide training in the diving specialty, associated with a small number of applicants and their poor health status, that poses new challenges for maritime medicine. Taking into account modern realities, there is need to optimize models of divers' selection.

**KEYWORDS:** marine medicine, expert divers, divers' training, divers' stress resistance

© Авторы, 2024. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Научно-исследовательский институт промышленной и морской медицины федерального медико-биологического агентства». Данная статья распространяется на условиях «открытого доступа» в соответствии с лицензией ССВУ-НС-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>

**Введение.** На фоне медико-демографических вызовов и бурного развития морского нефтегазового сектора экономики Российской Федерации возрастает потребность в специалистах-подводниках (водолазной направленности).

Экстремальные условия деятельности водолазов повышают риск развития профессионально обусловленных заболеваний и увеличивают количество аварийных происшествий, обусловленных низкой стрессоустойчивостью. Это обстоятельство требует дополнительного исследования в рамках отбора водолазов-подводников на допуск к работам.

**Цель.** Предложить пути совершенствования отбора водолазов в связи с возрастающей потребностью в специалистах водолазного профиля.

**Материалы и методы.** Анализ литературных источников в базе eLibrary.ru по отбору и подготовке водолазов за последние 15 лет. Ключевые слова для поиска: «отбор водолазов», «подготовка водолазов».

**Результаты.** В последнее время в связи с быстрым расширением фронта промышленно-поисковых (нефтегазовых) и научно-исследовательских работ на континентальном шельфе и в открытом океане определилась серьезная проблема подготовки нового вида специалистов-подводников. Проблема усугубляется несколькими причинами:

- большой протяженностью морских границ Российской Федерации (38 000 км);
- современными геополитическими реалиями (в том числе проведение специальной военной операции);
- экономическим развитием новых регионов, а именно – строительством дорог и мостов (например, трасса «Таврида»), тоннелей;
- развитием Северного торгового пути;
- бурным развитием подводной техники.

Демографические вызовы современной России [1] отражаются в различных секторах экономики, в том числе при подготовке специалистов-подводников (водолазной направленности). В последние годы учебные заведения, в которых ведется подготовка этих специалистов, сталкиваются с проблемой даже не отбора, а набора абитуриентов. Из них не годными к военной службе оказываются около 90 %.

Одной из основных причин являются антропометрические ограничения (повышенный либо

низкий индекс массы тела). Несмотря на тенденцию к акселерации, нормативными документами ограничена длина тела призывников. Кроме того, состояние опорно-двигательного аппарата современной молодежи, а именно – широкое распространение остеохондроза, является первопричиной недобора в вузы, в которых осуществляется подготовка по водолазной специальности [2].

При стойком нарушении барофункции III степени годность военнослужащих, проходящих военную службу по специальностям водолазы, акванавты и водолазы-глубоководники, врачи-специалисты, привлекаемых к выполнению работ в условиях повышенного давления газовой среды, определяется индивидуально, а при нарушении барофункции IV степени они признаются врачебно-военной комиссией (ВВК) не годными к военной службе водолазами, акванавтами и водолазами-глубоководниками в условиях повышенного давления газовой среды [3].

Труд человека под водой водолазным методом является областью профессиональной деятельности, связанной с погружением под воду на различные глубины в специальном снаряжении. Подводная среда, являясь агрессивной для человека, имеет ряд негативных факторов, содержащих витальные угрозы для жизни и здоровья человека [4].

При погружении на организм оказывают влияние некоторые факторы окружающей среды (повышенное давление газовой и водной среды, перепады давления, влияние индифферентных газов и др.). Они являются причиной дефектов в работе водолаза даже на незначительных глубинах.

Воздействие физических, химических, биологических и в особенности психофизиологических факторов в значениях, превышающих допустимые, может приводить к несчастным случаям – возникновению у водолазов заболеваний и травм [5].

С учетом этих влияний разрабатываются основные правила водолазного труда, заключающиеся в глубоком исследовании физиологических изменений в организме при воздействии факторов водолазного спуска. Вместе с тем при погружении на организм действуют и факторы, связанные с тяжелыми физическими и психическими нагрузками, исходящими от постоянного риска и наличия угрозы для жизни.

Согласно шкале риска и классификации уровней профессиональной деятельности вышеуказанных лиц, уровень оценки приемлемости риска расценивается как «очень высокий и высокий уровни риска, когда необходимо применять меры безопасности». Уровень летальности в год на человека у них составляет  $10^{-3}$  –  $10^{-2}$ . По мнению Ушакова И. Б., Бубеева Ю. А. [6] исполнение профессиональных обязанностей лицами опасных профессий влечет развитие стресса смертельно опасных ситуаций. Стресс смертельно опасных ситуаций чаще всего – стресс комбинированный. Это системная многоуровневая реакция организма человека на воздействие комплекса опасных факторов с реальным осознанием высокого риска гибели или утраты здоровья, которая проявляется на личностном, психофизиологическом, эмоционально-вегетативном и соматическом уровнях при значительной, а возможно и ведущей роли изменений в бессознательной и подсознательной сферах.

Так как экстремальные условия деятельности у водолазов повышают риск развития профессионально обусловленных заболеваний и аварийных происшествий, то порой биологический возраст водолазов опережает паспортный на 10–12 лет [7].

Водолазы, а также другие работники, которые трудятся в условиях повышенного давления окружающей газовой и водной среды (далее – в условиях повышенного давления) проходят предварительные (при поступлении на работу, учебу) и периодические профилактические медицинские осмотры в соответствии со ст. 34 Федерального закона «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» в общем порядке, установленном Минздравсоцразвития России.

В настоящее время медицинское сопровождение водолазных работ в Российской Федерации регламентируется рядом нормативно-правовых актов, в том числе Приказом Минтруда России от 17.12.2020 N 922н «Об утверждении Правил по охране труда при проведении водолазных работ».

Указания данного нормативно-правового акта гласят: «К водолажным спускам и работам допускаются работники, имеющие личную медицинскую книжку водолаза с заключением водолазно-медицинской комиссии (ВМК) о пригодности к подводным работам с указанием, по состоянию здоровья, максимальной глубины погружения в текущем году».

Водолазную медицинскую комиссию данная категория граждан проходит ежегодно с проведением набора исследований, которые включают осмотр оториноларингологом, исследование органов и систем организма, по показаниям дополнительные лабораторные и инструментальные исследования, выполняемые в медицинской организации, специальные медико-физиологические исследования: устойчивости к гипоксии, токсическому действию кислорода, токсическому действию азота, декомпрессионному газообразованию, барофункции уха и околоносовых пазух в барокамере (рекомпрессионной камере) при избыточном давлении не менее 0,1 МПа.

**Обсуждение.** Таким образом, на сегодняшний день имеются проблемы набора абитуриентов в учебные заведения, которые осуществляют подготовку по водолазной специальности, связанные с малочисленностью поступающих и низким уровнем состояния их здоровья.

Еще одной проблемой являются антропометрические ограничения, указанные в нормативно-правовой документации.

**Заключение.** В результате анализа литературных источников по подготовке водолазов и, учитывая физические и психические перегрузки в связи с постоянным риском и наличием угрозы для жизни водолазов, работающих по специальности, в перечень исследований перед погружением целесообразно добавить определение исходного уровня стрессоустойчивости, а также определение его при прохождении водолазной медицинской комиссии. Это резко сократит количество смертей в связи с паническими атаками.

#### Сведения об авторах:

*Федоткина Светлана Александровна* – доктор медицинских наук, доцент кафедры организации здравоохранения и общественного здоровья, Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; ORCID: 0000-0003-3077-443X; SPIN: 1867-5544; e-mail: safedotkina@mail.ru

*Мунтян Иван Михайлович* – адъюнкт кафедры организации здравоохранения и общественного здоровья, Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; ORCID: 0000-0002-3718-4515; e-mail: madagascar82@mail.ru



**Information about the authors:**

*Svetlana A. Fedotkina* – Dr. of Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Health Organization and Public Health of the Military Medical Academy named after S. M. Kirov; 194044, Saint Petersburg, Academician Lebedev Str., 6; ORCID: 0000-0003-3077-443X; SPIN: 1867-5544; e-mail: safedotkina@mail.ru

*Ivan M. Muntyan* – Associate Professor of the Department of Healthcare and Public Health at the Military Medical Academy named after S. M. Kirov; 194044, Saint Petersburg, Academician Lebedev Str. 6; ORCID: 0000-0002-3718-4515; e-mail: madagascar82@mail.ru

**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.

**Финансирование:** исследование проведено без дополнительного финансирования.

**Funding:** the study was carried out without additional funding.

Поступила/Received: 12.04.2024

Принята к печати/Accepted: 15.05.2024

Опубликована/Published: 30.06.2024

### ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Федоткина С. А. Травмы и отравления среди причин смертности молодежи в России // *Здравоохранение Российской Федерации*. 2011. № 2. С. 20–24 [Fedotkina S. A. Injuries and poisoning among the causes of youth mortality in Russia. *Healthcare of the Russian Federation*, 2011, No. 2, pp. 20–24 (In Russ.)].
2. Борисов Д. Н., Иванов В. В., Сивашченко П. П. и др. Основные закономерности состояния здоровья военнослужащих в многолетней динамике и совершенствование подходов к ведению информационно-статистической деятельности в Вооруженных Силах Российской Федерации // *Известия Российской военно-медицинской академии*. 2016. № 3. С. 3–7 [Borisov D. N., Ivanov V. V., Sivashchenko P. P., et al. Basic patterns of the state of health of military personnel in long-term dynamics and improvement of approaches to conducting information and statistical activities in the Armed Forces of the Russian Federation. *Izvestia of the Russian Military Medical Academy*, 2016, No 3, pp. 3–7 (In Russ.)].
3. Медведев Л. Г. Медико-социальные аспекты профессиональной деятельности водолазов и подводников // *Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях*. 2008. № 2. С. 19–23 [Medvedev L. G. Medico-social aspects of professional activity of divers and submariners. *Medico-biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situation*, 2008, No 2, pp. 19–23 (In Russ.)]. doi: 10.31089/1026-9428-2022-62-7-437-443
4. Мунтян И. М. Выбор исследования в оценке стрессоустойчивости спускающихся под воду с учетом мирового анализа смертности дайверов // *Кубанский научный медицинский вестник*. 2018. Т. 25, № 2. С. 178–182 [Muntyan I. M. The choice of research in assessing the stress resistance of diving taking into account the world analysis of the mortality of divers. *Kuban Scientific Medical Bulletin*, 2018, Vol. 25, No. 2, pp. 178–182 (In Russ.)]. doi: 10.25207/1608-6228-2018-25-2-178-182
5. Мунтян И. М., Покровский В. М., Полищук В. В. Оценка стрессоустойчивости водолазов по параметрам сердечно-дыхательного синхронизма // *Человек. Спорт. Медицина*. 2020. Т. 20, № 4. С. 48–54 [Muntyan I. M., Pokrovsky V. M., Polishchuk V. V. Assessment of stress resistance of divers according to parameters of cardio-respiratory synchronism. *Man. Sport. Medicine*, 2020, No. 4, pp. 48–54 (In Russ.)]. doi: 10.14529/hsm200405
6. Ушаков И. Б., Бубеев Ю. А. Стресс смертельно опасных состояний у летного состава в условиях локального конфликта // *Сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конференции «Боевой стресс. Медико-психологическая реабилитация лиц опасных профессий» (25–26 ноября 2015 г.)*. М.: Граница; 2015. С. 717 [Ushakov I. B., Bubeev Yu. A. Stress of deadly conditions in flight personnel in conditions of local conflict. *Collection of materials XI All-Russian scientific and practical conference. “Combat stress. Medical and psychological rehabilitation of persons of dangerous professions” (November 25–26, 2015)*. Moscow: Granitsa; 2015, p. 717 (In Russ.)].
7. Ramnefjell M. P., Morild I., Mork S. J., Lilleng P. K. Fatal diving accidents in western Norway 1983–2007. *Forensic Sci Int*. 2012, Vol. 223, No. 1–3. pp. 22–26. doi: 10.1016/j.forsciint. 2012.08.042