



ФГБУ «НМИЦ РК»
Минздрава России

Учредители: Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии
Поддержка: Национальная ассоциация экспертов по санаторно-курортному лечению

Founders: National Medical Research Center of Rehabilitation and Balneology
Supported by: National Association of Experts in Spa Treatment

ISSN 2078-1962 (print)
ISSN 2713-2625 (online)

Вестник



восстановительной медицины

Bulletin of Rehabilitation Medicine
Vestnik Vosstanovitel'noj Mediciny



9 772078 196008

Подписной индекс: 71713 | www.vvmr.ru

ВЕСТНИК ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ

Том 23, № 1-2024

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

ФЕСЮН А.Д., д.м.н., Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России, Москва, Россия

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

ЮРОВА О.В., д.м.н., проф., Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России, Москва, Россия
УГО КАРРАРО, проф., Университет Падуи, Падуа, Италия

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

АГАСАРОВ Л.Г., д.м.н., проф., Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Москва

БЕЛОВА Л.А., д.м.н., проф., Ульяновский государственный университет, Ульяновск

БЕРДЮГИН К.А., д.м.н., проф., РАН, Уральский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. В.Д. Чаклина, Екатеринбург

БЫКОВ А.Т., д.м.н., проф., член-кор. РАН, Кубанский государственный медицинский университет Минздрава России, Сочи

ВЛАДИМИРСКИЙ Е.В. д.м.н., проф., Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера, Пермь

ГЕРАСИМЕНКО М.Ю., д.м.н., проф., Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования Минздрава России, Москва

ДАМИНОВ В.Д., д.м.н., Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва

ЕЖОВ В.В., д.м.н., проф., Научно-исследовательский институт физических методов лечения, медицинской климатологии и реабилитации им. И.М. Сеченова», Ялта

КИЗЕЕВ М.В., к.м.н., Санаторий «Решма», Решма, Ивановская область

КОВЛЕН Д.В., д.м.н., доцент, Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург

КОНОВА О.М., д.м.н., доцент, Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей, Москва

КОСТЕНКО Е.В., д.м.н., проф., Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва

КУЛЬЧИЦКАЯ Д.Б., д.м.н., проф., Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России, Москва

КУРНЯВКИНА Е.А., к.м.н., проф., Санаторий «Краснозерский», Новосибирск

МАРТЫНОВ М.Ю., д.м.н., проф., член-кор. РАН, Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва

НИКИТИН М.В., д.м.н., д.э.н., проф., Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России, Москва

РАССУЛОВА М.А., д.м.н., проф., Московский научно-практический центр медицинской реабилитации восстановительной спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы, Москва

СИЧИНАВА Н.В., д.м.н., Московский научно-практический центр медицинской реабилитации восстановительной спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы, Москва

СКВОРЦОВ Д.В., д.м.н., проф., Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва

ТУРОВИНИНА Е.Ф., д.м.н., проф., Тюменский государственный медицинский университет Минздрава России, Тюмень

ХАН М.А., д.м.н., проф., Московский научно-практический центр медицинской реабилитации восстановительной спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы, Москва

ХАТЬКОВА С.Е., д.м.н., проф., Лечебно-реабилитационный центр Минздрава России, Москва

ХРАМОВ В.В., д.м.н., проф., Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского, Саратов

ЯКОВЛЕВ М.Ю., д.м.н., Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России, Москва

ЯШКОВ А.В., д.м.н., проф., Самарский государственный медицинский университет, Самара

Денис БУРЖУА, проф., Лионский университет им. Клода Бернара 1, рабочая Европейская региональная организация Всемирной стоматологической федерации, Лион, Франция

Педро КАНТИСТА, проф., Международное общество медицинской гидрологии и климатологии, Порту, Португалия

Мюфит Зеки КАРАГУЛЛЕ, проф., Стамбульский университет, Стамбул, Турция

Лутц ЛУНГВИЦ, Немецкая ассоциация медицинского оздоровления, Берлин, Германия

Стелла ОДОБЕСКУ, проф., Институт неврологии и нейрохирургии, Кишинев, Молдова

Кристиан РОКК, проф., Университет им. Поля Сабатье — Тулуза III, Тулуза, Национальная медицинская академия, Париж, Франция

Луиджи ТЕЗИО, проф., Итальянский Ауксологический институт, Милан, Италия

ПРЕДСЕДАТЕЛИ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА

КОНЧУГОВА Т.В., д.м.н., проф., Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России, Москва, Россия

Франсиско МАРАВЕР, проф., Мадридский университет Комплутенсе, Мадрид, Испания

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

БАДТИЕВА В.А., д.м.н., проф., член-кор. РАН, Московский научно-практический центр медицинской реабилитации восстановительной спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы, Москва

БАТЫШЕВА Т.Т., д.м.н., проф., Научно-практический центр детской психоневрологии Департамента здравоохранения города Москвы, Москва

БОЙЦОВ С.А., д.м.н., проф., академик РАН, Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии Минздрава России, Москва

БУХТИЯРОВ И.В., д.м.н., проф., член-кор. РАН, Научно-исследовательский институт медицины труда им. академика Н.Ф. Измерова, Москва

ГРЕЧКО А.В., д.м.н., проф., член-кор. РАН, Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии, Москва

ДИДУР М.Д., д.м.н., проф., Институт мозга человека им. Н.П. Бехтеревой Российской академии наук, Санкт-Петербург

ДРАПКИНА О.М., д.м.н., проф., академик РАН, Национальный медицинский исследовательский центр терапии и профилактической медицины Минздрава России, Москва

ИВАНОВА Г.Е., д.м.н., проф., Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва

КОТЕНКО К.В., д.м.н., проф., академик РАН, Российский научный центр хирургии им. академика Б.В. Петровского, Москва

ЛЯДОВ К.В., д.м.н., проф., академик РАН, Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Москва

МОКРЫШЕВА Н.Г., д.м.н., проф., член-кор. РАН, Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии Минздрава России, Москва

НАРКЕВИЧ И.А., д.ф.н., проф., Санкт-Петербургская государственная химико-фармацевтическая академия, Санкт-Петербург

НИКИТЮК Д.Б., д.м.н., проф., академик РАН, Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи, Москва

ОНИЩЕНКО Г.Г., д.м.н., проф., академик РАН, Российская академия наук, Москва

ПОНОМАРЕНКО Г.Н., д.м.н., проф., член-кор. РАН, Федеральный научный центр реабилитации инвалидов им. Г.А. Альбрехта Минтруда России, Санкт-Петербург

РАЗУМОВ А.Н., д.м.н., проф., академик РАН, Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы, Москва

РАХМАНИН Ю.А., д.м.н., проф., академик РАН, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России, Москва

СТАРОДУБОВ В.И., д.м.н., проф., академик РАН, Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения Минздрава России, Москва

ТУТЕЛЬЯН В.А., д.м.н., проф., академик РАН, Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи, Москва

ХАБРИЕВ Р.У., д.м.н., проф., академик РАН, Национальный научно-исследовательский институт общественного здоровья им. Н.А. Семашко, Москва

ИЗДАТЕЛЬСКАЯ КОМАНДА

НАУЧНЫЙ РЕДАКТОР

АПХАНОВА Т.В., д.м.н., Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России, Москва, Россия

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР

БЕРЕЗКИНА Е.С., к.б.н., Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России, Москва, Россия

ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕДАКТОР

МИЛОЙКОВИЧ Т.П., Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России, Москва, Россия

ПЕРЕВОДЧИК

ГАЙНАНОВА Б.А., Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России, Москва, Россия



УЧРЕДИТЕЛЬ и ИЗДАТЕЛЬ

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации
<https://nmicrk.ru/>



ПАРТНЕР

Национальная ассоциация экспертов по санаторно-курортному лечению
<https://sankur.expert/>

Журнал основан в 2002 году

Периодичность: 6 раз в год

Журнал включен в перечень ведущих рецензируемых журналов Высшей аттестационной комиссии. Журнал представлен в следующих международных базах данных и информационно-справочных изданиях: Scopus, DOAJ, RSCI, eLIBRARY, ROAD, Google Scholar, Ulrich's Periodicals Directory, Russian State Library, SHERPA RoMEO, Portico.

АДРЕС РЕДАКЦИИ

Россия, 121099, г. Москва, ул. Новый Арбат, 32,
Тел.: +7 (499) 277-01-05 (доб. 1151);
E-mail: vvm@nmicrk.ru, www.vvmr.ru
Подписка: Объединенный каталог «Пресса России». Газеты и журналы.



Больше информации на нашем сайте:
www.vvmr.ru

Информация предназначена для специалистов здравоохранения.
© ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Журнал распространяется по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International www.creativecommons.org.

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Регистрационный номер ПИ № ФС 77-84143 от 28.10.2022.

Подписано в печать 20.02.2024.
Выход в свет 29.02.2024.
Формат 640x900 1/8.
Бумага мелованная 115 г/м².
Печать офсетная. Объем 14,4 п. л.
Тираж 1000 экз. Заказ № 20240514.

Журнал распространяется на территории Российской Федерации. Свободная цена. Журнал подготовлен в печать и отпечатан в издательстве ООО «ПРАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА». 115201, Москва, 1-й Котляковский пер., д. 3 115516, Москва, а/я 20, тел.: +7 (495) 981-91-03 E-mail: medprint@mail.ru

BULLETIN OF REHABILITATION MEDICINE

Vestnik Vosstanovitel'noj Mediciny

Vol. 23, No. 1•2024

EDITOR-IN-CHIEF

ANATOLIY D. FESYUN, Dr.Sci. (Med.), National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russia

DEPUTY EDITORS-IN-CHIEF

Olga V. YUROVA, Dr.Sci. (Med.), Professor, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russia

UGO CARRARO, Professor, University of Padua, Padua, Italy

EDITORIAL BOARD

Lev G. AGASAROV, Dr.Sci. (Med.), Professor, I M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

Lyudmila A. BELOVA, Dr.Sci. (Med.), Professor, Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

Kirill A. BERDYUGIN, Dr.Sci. (Med.), Professor of the Russian Academy of Sciences, V.D. Chaklin Ural Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Ekaterinburg, Russia

Anatoly T. BYKOV, Dr.Sci. (Med.), Professor, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, Kuban State Medical University, Sochi, Russia

Evgeniy V. VLADIMIRSKIY, Dr.Sci. (Med.), Professor, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, E.A. Wagner Perm State Medical University, Perm, Russia

Marina YU. GERASIMENKO, Dr.Sci. (Med.), Professor, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia

Vadim D. DAMINOV, Dr.Sci. (Med.), N.I. Pirogov National Medical and Surgical Center, Moscow, Russia

Vladimir V. EZHOV, Dr.Sci. (Med.), Professor, A.I. Sechenov Research Institute of Physical Methods of Treatment, Medical Climatology and Rehabilitation, Yalta, Russia

Mikhail V. KIZEEV, Cand. Sci. (Med.), Sanatorium Reshma, Reshma, Ivanovo region

Denis V. KOVLEN, Dr.Sci. (Med.), Docent, S.M. Kirov Military Medical Academy, St Petersburg, Russia

Olga M. KONOVA, Dr.Sci. (Med.), Assistant Professor, National Medical Research Center for Children's Health, Moscow, Russia

Elena V. KOSTENKO, Dr.Sci. (Med.), Professor, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

Detelina B. KULCHITSKAYA, Dr.Sci. (Med.), Professor, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russia

Elena A. KURNYAVKINA, Cand. Sci. (Med.), Professor, Sanatorium Krasnozersky, Novosibirsk, Russia

Mikhail YU. MARTYNOV, Dr.Sci. (Med.), Professor, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

Mikhail V. NIKITIN, Dr.Sci. (Med.), Dr.Sci. (Econ.), Professor, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russia

Marina A. RASSULOVA, Dr.Sci. (Med.), Professor, Moscow Centre for Research and Practice in Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of Moscow Healthcare Department, Moscow, Russia

Nino V. SICHINAVA, Dr.Sci. (Med.), Moscow Centre for Research and Practice in Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of Moscow Healthcare Department, Moscow, Russia

DMITRIY V. SKVORTSOV, Dr.Sci. (Med.), Professor, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

Elena F. TUROVININA, Dr.Sci. (Med.), Professor, Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia

Maya A. KHAN, Dr.Sci. (Med.), Professor, Moscow Centre for Research and Practice in Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of Moscow Healthcare Department, Moscow, Russia

Svetlana E. KHATKOVA, Dr.Sci. (Med.), Professor, National Medical Research Center for Treatment and Rehabilitation Center, Moscow, Russia

Vladimir V. KHRAMOV, Dr.Sci. (Med.), Professor, V.I. Razumovskiy Saratov State Medical University, Saratov, Russia

Maksim YU. YAKOVLEV, Dr.Sci. (Med.), National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russia

Alexander V. YASHKOV, Dr.Sci. (Med.), Professor, Samara State Medical University, Samara, Russia

Denis BOURGEOIS, Professor, Claude Bernard University Lyon 1, Lyon, France

Pedro CANTISTA, Professor, Medical Hydrology and Climatology, Porto, Portugal

Mufit Zeki KARAGULLE, Professor, Istanbul University, Istanbul, Turkey

Lutz LUNGWITZ, German Medical Wellness Association, Berlin, Germany

Stella ODOBESKU, Professor, National Institute of Neurology and Neurosurgery, Chisinau, Moldova

Christian F. ROQUES, Professor, Paul Sabatier University — Toulouse III, Toulouse, National Academy of Medicine, Paris, France

Luigi TESIO, Professor, Department of Neurorehabilitation Sciences Istituto Auxologico Italiano IRCCS, Milano, Italy

CHAIRS OF THE EDITORIAL COUNCIL

Tatiana V. KONCHUGOVA, Dr.Sci. (Med.), Professor, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russia

Francisco MARAVER, Professor, Complutense University of Madrid, Madrid, Spain

EDITORIAL COUNCIL

Victoria A. BADTIEVA, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, Dr Sci. (Med.), Professor, Moscow Centre for Research and Practice in Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of Moscow Healthcare Department, Moscow, Russia

Tatyana T. BATISHEVA, Dr Sci. (Med.), Professor, Scientific and Practical Center for Child Psychoneurology of the Department of Children's Health Care, Moscow, Russia

Sergey A. BOITSOV, Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr Sci. (Med.), Professor, E. I. Chazov National Medical Research Center of Cardiology, Moscow, Russia

Igor V. BUKHTIYAROV, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, Dr Sci. (Med.), Professor, N. F. Izmerova Research Institute of Occupational Medicine, Moscow, Russia

Andrey V. GRECHKO, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, Dr Sci. (Med.), Professor, Federal Scientific and Clinical Center for Resuscitation and Rehabilitation, Moscow, Russia

Mikhail D. DIDUR, Dr Sci. (Med.), Professor, N. P. Bekhtereva Institute of Human Brain, St Petersburg, Russia

Oksana M. DRAPKINA, Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr Sci. (Med.), Professor, National Research Center for Therapy and Preventive Medicine, Moscow, Russia

Galina E. IVANOVA, Dr Sci. (Med.), Professor, N. I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

Konstantin V. KOTENKO, Academician of the Russian Academy of Science, Dr Sci. (Med.), Professor, B. V. Petrovsky Russian Scientific Sciences of Surgery, Moscow, Russia

Konstantin V. LYADOV, Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr Sci. (Med.), Professor, I. M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

Natalya G. MOKRYSHEVA, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, Dr Sci. (Med.), Professor, National Medical Research Center of Endocrinology, Moscow, Russia

Igor A. NARKEVICH, Dr Sci. (Pharm.), Professor, St Petersburg State Chemical Pharmaceutical Academy, St Petersburg, Russia

Dmitriy B. NIKITYUK, Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr Sci. (Med.), Professor, Federal Research Center for Nutrition and Biotechnology, Moscow, Russia

Gennady G. ONISHCHENKO, Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr Sci. (Med.), Professor, Russian Academy of Education, Moscow, Russia

Gennady N. PONOMARENKO, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, Dr Sci. (Med.), Professor, G. A. Albrecht Federal Sciences Centre for Rehabilitation of the Disabled Ministry of Labour of Russia, St Petersburg, Russia

Aleksandr N. RAZUMOV, Dr Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Moscow Centre for Research and Practice in Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of Moscow Healthcare Department, Moscow, Russia

Yuri A. RAKHMANIN, Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr Sci. (Med.), Professor, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russia

Vladimir I. STARODUBOV, Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr Sci. (Med.), Professor, Central Research Institute of Health Organization and Informatization, Moscow, Russia

Viktor A. TUTELYAN, Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr Sci. (Med.), Professor, Federal Research Center for Nutrition and Biotechnology, Moscow, Russia

Ramil U. KHABRIEV, Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr Sci. (Med.), Professor, N. A. Semashko National Research Institute of Public Health, Moscow, Russia

PUBLISHING STAFF

SCIENTIFIC EDITOR

Tatiana V. APKHANOVA, Dr. Sci. (Med.), National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russia

MANAGING EDITOR

Elena S. BEREZKINA, Ph.D. (Biol.), National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russia

TECHNICAL EDITOR

Tatyana P. MYLOYKOVICH, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russia

TRANSLATOR

Bella A. GAYNANOVA, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russia



OWNER and PUBLISHER

National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russia
<https://nmicrk.ru/>



SPONSOR

National Association of Experts in Spa Treatment, Moscow, Russia
<https://sankur.expert/>

Journal was founded in 2002

Publication frequency: 6 issues per year

Journal is included in the list of reviewed scientific editions recommended by Higher Attestation Commission.

The journal is indexed in the following databases: Scopus, DOAJ, RSCI, eLIBRARY, ROAD, Google Scholar, Ulrich's Periodicals Directory, Russian State Library, SHERPA RoMEO, Portico.

EDITORIAL BOARD ADDRESS

32, Novy Arbat Street, Moscow, Russia, 121099,
tel.: +7 (499) 277-01-05 (1151);
E-mail: vvm@nmicrk.ru; www.vvmr.ru
Distribution: Union catalogue.
Russian Press / Newspapers and journals.
Index: 71713, tel.: +7 (495) 172-46-47.



More information
on our website:
www.vvmr.ru

The information is intended for healthcare professionals.

© National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

The journal is distributed under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International License www.creativecommons.org.

The journal is registered by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Media. Registration number PI No. FS 77-84143 dated 28.10.2022. Signed to print on 20.02.2024. Published 29.02.2024. 640x900 1/8 format. Coated paper 115 g/m². Offset printing. 14.4 p.b.s. Circulation 1000 copies. Order No. 20240514.

The Journal is distributed on the territory of the Russian Federation. Free price. The Journal was typeset and printed in «PRACTICAL MEDICINE» LLC 1-i Kotlyakovskii per. 3, Moskva, 115201, Russia P.O. box 20, Moscow, 115516, Russia. Tel.: +7 (495) 981-91-03 E-mail: medprint@mail.ru

СОДЕРЖАНИЕ НОМЕРА

CONTENTS

СТАТЬИ / ARTICLES

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

8

Влияние антиоксидантов, гипербарической оксигенации на оксидативный стресс при тяжелой термической травме: проспективное исследование

Беляева К.Л., Диденко Н.В., Загреков В.И., Пушкин А.С., Еременко А.А., Соловьева А.Г.

The Effects of Antioxidants and Hyperbaric Oxygenation at Severe Thermal Injury: a Prospective Study

Kseniia L. Belyaeva, Natalia V. Didenko, Valeriy I. Zagrekov, Artem S. Pushkin, Alexander A. Yeremenko, Anna G. Soloveva

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

23

Сердечно-сосудистые эффекты курсового нейробиоуправления при различных стратегиях спортивной адаптации: открытое контролируемое исследование

Лунина Н.В., Корягина Ю.В., Ефименко Н.В., Тер-Акопов Г.Н., Нопин С.В., Ахкубекова Н.К., Уханова О.П.

Cardiovascular Effects of Neurofeedback Course in Various Sports Adaptation Strategies: an Open Controlled Study

Natalya V. Lunina, Yulia V. Koryagina, Nataliya V. Efimenko, Gukas N. Ter-Akopov, Sergey V. Nopin, Nelly K. Akhkubekova, Olga P. Ukhanova

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

30

Оценка эффективности и безопасности обучения пользованию креслом-коляской пациентов с гемипарезом

Коновалова Н.Г., Фроленко С.Ю., Дробышева Е.Г., Деева И.В.

Assessment of the Effectiveness and Safety of Wheelchair Use Training for Patients with Hemiparesis

Nina G. Konovalova, Svetlana Yu. Frolenko, Elena G. Drobysheva, Irina V. Deeva

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

38

Оценка клинической эффективности применения препарата Лаеннек в комплексной реабилитации пациентов с постковидным синдромом: рандомизированное исследование

Юрова О.В., Кончугова Т.В., Апханова Т.В., Гильмутдинова И.Р., Васильева В.А., Кульчицкая Д.Б., Марченкова Л.А., Глазачев О.С., Дудник Е.Н., Ансокова М.А.

Evaluation of the Clinical Effectiveness of the Drug Laennec in Complex Rehabilitation of Patients with Post-COVID Syndrome: a Randomized Trial

Olga V. Yurova, Tatiana V. Konchugova, Tatiana V. Apkhanova, Ilmira R. Gilmutdinova, Valeriia A. Vasileva, Detelina B. Kulchitskaya, Larisa A. Marchenkova, Oleg S. Glazachev, Elena N. Dudnik, Maryana A. Ansokova

ORIGINAL ARTICLE / ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

49

Interval Versus Continuous Intradialytic Training on Muscle Quality Index and Functional Capacity in Hemodialysis Patients: a Prospective Randomized Clinical Study

Hadeer S. Mansour, Nesreen Gh. Elnahas, Hala M. Ezz Eldeen, Tarek F. Ahmed, Asmaa M. Sharabash

Сравнение влияния интервальных и непрерывных физических тренировок на индекс качества мышц и функциональную способность у пациентов, находящихся на гемодиализе. Проспективное рандомизированное клиническое исследование

Мансур Х.С., Эльнахас Н.Г., Эзз Эльдин Х.М., Ахмед Т.Ф., Шарабаш А.М.

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

56

Целесообразность применения интегрированной телемедицинской платформы «ИС-кардио» для дистанционной кардиологической реабилитации: одноцентровое когортное исследование

Котельникова Е.В., Гриднев В.И., Посненкова О.М., Сенчихин В.Н.

Feasibility Study of Using the Integrated Telemedicine Platform "IS-cardio" for Outpatient Cardiological Rehabilitation: Single-Centered Cohort Study

Elena V. Kotelnikova, Vladimir I. Gridnev, Olga M. Posnenkova, Valeriy N. Senchikhin

ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ / REVIEW

66

Актуальные аспекты медицинской реабилитации пациентов с лимфедемой конечностей, связанной с лечением рака. Обзор литературы

Кончугова Т.В., Апханова Т.В., Кульчицкая Д.Б., Юрова О.В., Агасаров Л.Г., Марфина Т.В.

Current Aspects of Medical Rehabilitation of Patients with Cancer Related Lymphedema of Extremities: a Narrative Review

Tatiana V. Konchugova, Tatiana V. Apkhanova, Detelina B. Kulchitskaya, Olga V. Yurova, Lev G. Agasarov, Tatyana V. Marfina

Исправление к статье «Современное состояние и перспективы развития санаторно-курортного комплекса Российской Федерации»

Erratum to "Current Status and Prospects for the Development of Health Resort Complex of the Russian Federation"

Влияние антиоксидантов, гипербарической оксигенации на оксидативный стресс при тяжелой термической травме: проспективное исследование

 **Беляева К.Л.**,  **Диденко Н.В.**,  **Загреков В.И.**,  **Пушкин А.С.**, **Еременко А.А.**,  **Соловьева А.Г.**

ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, Нижний Новгород, Россия

РЕЗЮМЕ

ВВЕДЕНИЕ. Тяжелая термическая травма приводит к развитию ожоговой болезни, характеризующейся, помимо прочего, гипоксией и оксидативным стрессом. Предполагается возможность поддержания антиоксидантной системы путем применения антиоксидантов, однако их эффективность и продолжительность применения являются дискуссионными вопросами. С другой стороны, коррекция течения ожоговой болезни теоретически возможна путем проведения сеансов гипербарической оксигенации (ГБО), однако имеется необходимость оценки соотношения пользы и рисков.

ЦЕЛЬ. Изучить влияние применения антиоксидантов и ГБО на параметры оксидативного стресса у пациентов с тяжелой термической травмой.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. В исследовании приняли участие пациенты с тяжелой термической травмой ($n = 31$), рандомизованные на 3 группы: стандартные методы лечения термических поражений ($n = 11$), дополнялись назначением курса антиоксидантов (ежедневное введение 250 мг витамина С, препаратов «Церневит» в дозе 1,494 г и 10 мл «Аддамель Н» продолжительностью 14 дней, $n = 11$); сеансами ГБО (продолжительностью 50–60 минут, проводимых в барокамерах БЛКС-30, БЛКС-307/1 в режиме «малых доз» с изопрессией 1,3 Ата, $n = 9$); группу сравнения составили условно здоровые лица ($n = 25$). В плазме и эритроцитах оценивали активность свободно-радикального окисления (СРО), общую антиоксидантную активность, концентрацию малонового диальдегида (МДА), удельную активность супероксиддисмутазы (СОД), каталазы и глутатионредуктазы (ГР).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. В группе антиоксидантной терапии установлено повышение активности СОД на 11 % ($p < 0,01$) через сутки от начала их использования, снижение СРО_{эп} на 13 % ($p = 0,012$) на 9-е сутки, концентрации МДА_{эп} на 13 % ($p = 0,036$) на 6-е сутки по сравнению с исходными значениями. В группе ГБО-терапии отмечено увеличение активности СОД на 9 % ($p = 0,038$) после первого сеанса, рост активности ГР на 15 % ($p = 0,028$) к 9-м суткам по сравнению с исходными данными. Таким образом, можно предварительно ограничить срок потенциально благоприятного применения антиоксидантов и ГБО, способствующий максимальному терапевтическому эффекту. Негативных последствий, вызванных применением антиоксидантов или ГБО, в настоящей работе не установлено.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Применение антиоксидантов в терапии тяжелой термической травмы способствует росту антиоксидантной защиты эритроцитов. Использование ГБО в режиме «малых доз» приводит к улучшению клеточного дыхания, росту активности антиоксидантных ферментов и не вызывает углубления оксидативного стресса. Оптимальная продолжительность назначения антиоксидантов составляет первые 6–8 суток, ГБО — 9–11 суток от начала терапии.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: тяжелая термическая травма, гипербарическая оксигенация, антиоксидантные ферменты, свободно-радикальное окисление, восстановительный стресс, оксидативный стресс.

Для цитирования / For citation: Беляева К.Л., Диденко Н.В., Загреков В.И., Пушкин А.С., Еременко А.А., Соловьева А.Г. Влияние антиоксидантов, гипербарической оксигенации на оксидативный стресс при тяжелой термической травме: проспективное исследование. Вестник восстановительной медицины. 2024; 23(1):8-22. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-1-8-22> [Belyaeva K.L., Didenko N.V., Zagrekov V.I., Pushkin A.S., Yeremenko A.A., Soloveva A.G. The Effects of Antioxidants and Hyperbaric Oxygenation at Severe Thermal Injury: a Prospective Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(1):8-22. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-1-8-22> (In Russ.).]

* **Для корреспонденции:** Беляева Ксения Леонидовна, E-mail: belyaeva_k@pimunn.net, kseniia9594belyaeva@gmail.com

Статья получена: 12.01.2024
Статья принята к печати: 13.02.2024
Статья опубликована: 15.02.2024

The Effects of Antioxidants and Hyperbaric Oxygenation at Severe Thermal Injury: a Prospective Study

 Kseniia L. Belyaeva*,  Natalia V. Didenko,  Valeriy I. Zagrekov,  Artem S. Pushkin,  Alexander A. Yeremenko,  Anna G. Soloveva

Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia

ABSTRACT

INTRODUCTION. Severe thermal injury (STI) characterized, among others, by hypoxia and oxidative stress (OS). The possibility of maintaining the antioxidant system through the antioxidants usage is proposed, but their effectiveness and duration are debatable issues. On the other hand, correction of OS at STI is theoretically possible by hyperbaric oxygenation (HBO) sessions, but there is a need to assess the benefit-risk ratio.

AIM. Investigate the effect of antioxidants and hyperbaric oxygenation sessions on the course of oxidative stress at severe thermal injury.

MATERIALS AND METHODS. This study involved conditionally healthy individuals ($n = 25$), and patients with STI ($n = 31$), randomized into 3 groups: standard methods ($n = 11$), supplemented with antioxidants (daily injecting of 250 g vitamin C, 1.494 g "Cernevit" and 10 ml "Addamel N" during 14 days, $n = 11$) or HBO sessions (50–60 minutes in pressure chambers BLKS-30, BLKS-307/1 in the "low dose" at 1.3 Ata, $n = 9$). Plasma and erythrocytes were evaluated for free radical oxidation (FPO) and total antioxidant activity, malonic dialdehyde (MDA) concentration, activity of superoxide dismutase (SOD), catalase, and glutathione reductase.

RESULTS AND DISCUSSION. At the antioxidant usage was found SOD activity increase by 11 % ($p < 0.01$) on the second day, a decrease in FRO_{er} by 13 % ($p = 0.012$) on the 9th day, and MDA_{er} by 13 % ($p = 0.036$) on the 6th day. In the HBO group, there was 9 % increase in SOD activity ($p = 0.038$) after the first session, an increase in glutathione reductase activity by 15 % ($p = 0.028$) by the 9th day. Thus, it is possible to pre-limit the period of potentially favorable use of antioxidants and HBO, which contributes to the maximum therapeutic effect. The negative consequences caused by the use of antioxidants or HBO have not been identified in this work.

CONCLUSION. The antioxidant usage at STI contributes to the growth of the antioxidant protection of erythrocytes. The HBO usage leads to an improvement in cellular respiration and antioxidant enzymes activity and does not cause a deepening of OS. The optimal duration of prescribing antioxidants is the first 6–8 days, HBO — 9–11 days from the beginning of therapy.

KEYWORDS: thermal injury, hyperbaric oxygenation, catalase, superoxide dismutase, glutathione reductase, free radicals, reductive stress, oxidative stress.

For citation: Belyaeva K.L., Didenko N.V., Zagrekov V.I., Pushkin A.S., Yeremenko A.A., Soloveva A.G. The Effects of Antioxidants and Hyperbaric Oxygenation at Severe Thermal Injury: a Prospective Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(1):8-22. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-1-8-22> (In Russ.).

* **For correspondence:** Kseniia L. Belyaeva, E-mail: belyaeva_k@pimunn.net, kseniia9594belyaeva@gmail.com

Received: 12.01.2024

Accepted: 13.02.2024

Published: 15.02.2024

ВВЕДЕНИЕ

Повреждение тканей при тяжелой термической травме приводит к увеличению образования свободных радикалов, гипоксии и истощению антиоксидантной защиты, развитию системного воспалительного ответа, эндотелиальной дисфункции, дегенерации гликокаликса, нарушению микроциркуляции и полиорганной недостаточности [1–4]. Одной из причин высокой смертности при ожоговой травме является развитие оксидативного стресса, который возникает в результате дисбаланса между нейтрализацией свободных радикалов и их образованием, происходящим при процессах свободно-радикального окисления (СРО) [3–5]. Нарушение баланса СРО и антиоксидантной системы приводит к развитию оксидативного стресса, который играет важную роль в развитии полиорганной недостаточности и формировании системного воспалительного ответа при ожоговой травме [6–8].

Поскольку окислительно-восстановительные процессы находятся в тесной взаимосвязи и являются равнозначными, важно понимать, что смещение баланса про- и антиоксидантов способствует проявлению

негативных последствий в случае избыточного преобладания как прооксидантов, так и антиоксидантов. Так, вследствие увеличения количества прооксидантов (свободных радикалов, активных форм кислорода [АФК] и др.) происходит оксидативный стресс, характеризующийся избыточным увеличением окислителей, способный привести к оксидативному стрессу. В случае преобладания восстановителей (восстановленного глутатиона, витамина Е, НАД(Ф)Н и др. антиоксидантов) или блокировки электрон-транспортной цепи, при которой переносчики электронов становятся восстановленными вследствие ограничения доступности кислорода, развивается восстановительный стресс. Избыточные восстановители реоксигенируются в митохондриях, что приводит к взрыву генерации АФК [9, 10]. Посредством повышения генерации АФК восстановительный стресс, как и окислительный, приводит к росту активности перекисного окисления. Следовательно, избыточное количество антиоксидантов потенциально способно провоцировать развитие оксидативного стресса.

Одной из характеристик оксидативного стресса является повышенное образование и накопление продук-

тов перекисного окисления клеточных компонентов. Наибольшее внимание исследователей привлекают продукты перекисного окисления липидов (ПОЛ), поскольку они способны к продолжению цепи повреждения компонентов клетки [11], среди продуктов ПОЛ одним из наиболее устойчивых является малоновый диальдегид (МДА).

Эритроциты, помимо транспорта кислорода и углекислого газа, участвуют в реакциях свертывания крови, клеточного и гуморального иммунитета, регулируют рН, ионный состав плазмы, водный обмен. В связи с выполняемыми функциями, эритроциты обладают ярко выраженной антиоксидантной активностью, представленной по большей части антиоксидантными ферментами (супероксиддисмутазы (СОД), каталаза и др.). Вследствие увеличения в них активности процессов ПОЛ происходит их повреждение в силу повышения жесткости мембран и выхода крупнодисперсных молекул в плазму [12]. Увеличение активности СРО в эритроцитах может быть ассоциировано с сокращением их срока жизни, снижением пластичности мембран, гемолизом и эндотелиопатией.

Своевременная и эффективная терапия при термической травме должна противостоять усугублению оксидативного стресса и при этом обладать противовоспалительным и ранозаживляющим эффектами [13–15]. Применение антиоксидантов при тяжелой термической травме оказывает защитное действие при окислительном повреждении тканей и органной недостаточности, причем чем раньше назначено лечение, тем оно эффективнее [14–16]. Тем не менее в настоящее время не установлено, какое количество экзогенных антиоксидантов необходимо для достаточного ингибирования свободно-радикальных процессов в условиях оксидативного стресса и как долго оно должно продолжаться. Существует возможность поддержки работы антиоксидантной системы за счет применения витаминов и микроэлементов, входящих в состав ферментного и неферментного звеньев антиоксидантной защиты. Поскольку применение поливитаминов и микроэлементов в первую очередь проявляет антиоксидантное действие и именно оно является целевым, в дальнейшем группа пациентов, принимающих «Церневит» (поливитамины) и «Алдамель Н» (микроэлементы), именуется группой применения антиоксидантов.

Согласно литературным данным [17–21], сеансы гипербарической оксигенации (ГБО) у ожоговых пациентов способствуют нормализации газообмена в тканях с последующей активацией метаболических процессов и уменьшением воспалительных реакций. С другой стороны, имеется необходимость оценки соотношения пользы и рисков использования ГБО, так как вследствие гипероксигенации тканей, рассматриваемой как основополагающий эффект сеансов [22], происходит образование АФК и развитие оксидативного стресса, являющегося обратимым при условии сохранения активности антиоксидантной защиты на достаточном уровне [20].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Проспективное рандомизованное исследование эффективности терапии с применением препаратов «Цер-

невит» и «Алдамель Н», а также ГБО-терапии в сравнении со стандартной терапией было проведено на базе ожогового центра Университетской клиники ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России.

В исследовании приняли участие пациенты с тяжелой термической травмой ($n = 31$), рандомизованные на 3 группы. Рандомизацию проводили методом генерации случайных чисел (Microsoft Excel) кратностью 4. Первую группу (группа пациентов с тяжелой термической травмой) составили 11 пациентов, которым применялись стандартные методы лечения, принятые в клинике термических поражений. Вторую группу составили 11 пациентов с дополнительным назначением курса антиоксидантной терапии (введение витамина С, препаратов «Церневит» и «Алдамель Н»). Третью группу составили 9 пациентов с дополнением стандартной терапии сеансами ГБО. Группу сравнения составили условно здоровые лица ($n = 25$).

Препараты «Церневит» и «Алдамель Н» вводили внутривенно путем непрерывной инфузии на протяжении всего периода исследования (14 суток). Витамин С вводили парентерально болюсно по 250 мг ежедневно, суточная доза «Церневита» составила 1,494 г, «Алдамеля Н» — 10 мл. Сеансы ГБО проводили в барокамерах БЛКС-30, БЛКС-307/1 в режиме «малых доз» с изопрессией 1,3 Ата общей продолжительностью 50–60 минут, забор крови осуществлялся непосредственно до и после сеанса.

Критерии включения

Пациенты с ожогами I–II–III степени с площадью поражения свыше 30 % поверхности тела не позднее 4 суток от момента получения травмы. При этом важным критерием оценки тяжести ожоговой травмы выступает наличие ожога II степени на площади более 20 %, III степени — на площади более 10 %. Возраст больных — от 18 до 65 лет. Характеристикой тяжести ожога также явился индекс Бо (правило Бо) — процент обожженной поверхности тела (п. т.) + возраст в годах, значение которого составляло ≥ 65 . Все пациенты до начала исследования подписывали форму добровольного информированного согласия.

Критерии исключения

Термоингаляционная травма, сахарный диабет, системные заболевания соединительной ткани.

Продолжительность исследования

Исследования продолжались с 2019 по 2021 г. Забор крови в исследуемых группах осуществляли на 1, 2, 3, 4-е, 6 \pm 2, 9 \pm 2 и 13 \pm 2 сутки исследования. Первые сутки участия в исследовании совпадали с 1–4-ми сутками после получения ожоговой травмы.

Методы регистрации исходов

В плазме крови и эритроцитах изучали активность процессов СРО с помощью метода индуцированной биохемилюминесценции на биохемилюминометре БХЛ-10 (Н. Новгород): по показателю tg2 α оценивали уровень общей антиоксидантной активности, по показателю светосуммы S в плазме (S_{пл}) и эритроцитах (S_{эп}) оценивали

активность СРО в плазме крови ($S_{\text{пл}}$) и эритроцитах ($S_{\text{эп}}$). Измерение концентрации малонового диальдегида в плазме ($\text{МДА}_{\text{пл}}$) и эритроцитах ($\text{МДА}_{\text{эп}}$) осуществляли методом М. Uchiyama, М. Mihara [23].

Метод определения активности СОД основан на скорости аутоокисления адреналина, при этом используется гемолизат эритроцитов в соотношении 1:10. Для определения активности каталазы в гемолизате эритроцитов (1:100) использовался классический спектрофотометрический метод, основанный на определении скорости разложения H_2O_2 [24]. В гемолизате эритроцитов 1:40 определяли активность глутатионредуктазы (ГР) дегидрогеназы, метод измерения основан на изменении абсорбции раствора при образовании окисленной формы НАДФ+. Для расчета удельной активности данных оксидоредуктаз в каждой пробе определяли концентрацию белка по методу Kalb, Bernlohr [25].

Статистическая обработка результатов

Статистическая обработка результатов исследования проведена с использованием программы Statistica 10 (StatSoft, Россия). Различия считались достоверными при $p < 0,05$. Описательная статистика количественных параметров представлена в виде Медиана [мин. значение; макс. значение]. При проверке на соответствие нормальному закону распределения использовали критерий Шапиро — Уилка. Если распределение хотя бы одной из совокупностей не являлось нормальным, для сравнения использовали методы непараметрического анализа. Для множественного сравнения независимых групп использовали непараметрический критерий Краскела — Уоллиса, 2 групп — U-критерий Манна — Уитни. При проведении множественных сравнений использовалась поправка Бонферрони ($p = 0,05/m$). Для попарного посуточного сравнения переменных внутри группы применялся T-критерий Вилкоксона без использования поправки Бонферрони, поскольку количество сравнения m способствовало снижению мощности статистической процедуры ($p = 0,05$).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Средний возраст пациентов (мужчины и женщины) составил 45,5 года в группе 1, 42,5 года в группе 2 и 44 года в группе 3 (табл. 1). Статистический анализ основных характеристик пациентов показал сопоставимость исследуемых групп.

По данным биохемилюминесценции установлено отсутствие статистически значимого влияния приме-

нения антиоксидантов и ГБО на уровень показателя $S_{\text{пл}}$, отображающего активность СРО_{пл}, при тяжелой термической травме по сравнению с контрольной группой (табл. 2). Особо следует отметить, что не обнаружено значимых отличий активности СРО_{пл} в группе 3 до и непосредственно после процедур сеанса ГБО (табл. 3). В то же время установлена нормализация активности процессов СРО_{пл} к 6-м суткам терапии в группе ГБО.

На начальном этапе исследования уровень СРО_{пл} значительно различался между группами. Так, в группе 1 значения показателя не отличались от уровня показателя группы сравнения в связи с наличием результатов ниже уровня показателя условно здоровых лиц, в то время как в группах 2 и 3 показатель оказался выше нормальных на 14 % ($p < 0,001$). Однако на 13-е сутки в контрольной группе установлено увеличение показателя $S_{\text{эп}}$, выражающего активность СРО_{эп}, по сравнению с нормой на 5 % ($p = 0,007$), при этом по сравнению с исходным значением показатель вырос на 8 % ($p = 0,043$). Установлено снижение $S_{\text{эп}}$ в группе 2 на 13 % ($p = 0,018$) на 9-е сутки по сравнению с исходными значениями (табл. 2). Отсутствие значимого роста $S_{\text{эп}}$ после сеансов ГБО (табл. 3) позволяет предположить, что проведение сеансов в выбранном режиме не приводит к значимому увеличению АФК и углублению оксидативного стресса, что также объясняется не только достаточно безопасным режимом ГБО-терапии, но и индукцией антиоксидантной системы. Однако начиная с 9-х суток отмечено повышение $S_{\text{эп}}$ после сеансов ГБО-терапии, что, вероятно, могло бы выступать ограничением длительности применения сеансов ГБО в терапии ожоговой травмы. Полученные результаты могут объясняться увеличением порога чувствительности к внешнему стимулу либо истощением антиоксидантной системы. Уровень общей антиоксидантной активности, отображаемый показателем $\text{tg}2\alpha$, на начальном этапе исследования в группах 1, 2 и 3 был ниже уровня показателя условно здоровых лиц на 28, 11 и 31 % ($p < 0,001$; табл. 2) соответственно. При этом статистически значимых отличий между группами на всех этапах исследования не было обнаружено (табл. 2 и 3). Динамика $\text{tg}2\alpha$ в группе 2 указывает на возможную недостаточную эффективность использования применяемых антиоксидантов в целях устранения оксидативного стресса при тяжелой термической травме. Установлено статистически незначимое повышение уровня показателя $\text{tg}2\alpha$ после сеансов ГБО, способствующее прогрессивному росту показателя в ходе исследования (табл. 3).

Таблица 1. Основные характеристики исследуемых групп с тяжелой термической травмой

Table 1. Basic characteristics of groups of severe thermal injury patients

Показатель / Index	Группа 1 / Group 1	Группа 2 / Group 2	Группа 3 / Group 3
Возраст, лет / Age, years	45,5 [21; 58]	42,5 [27; 59]	44 [28; 57]
Площадь ожога, % пов. тела / Burn area, % surface area	31–75	35–59	35–80
Индекс Бо / Baux score	97 [71; 130]	94 [66; 105]	93 [72; 115]

Примечание: Группа 1 — контроль; Группа 2 — применение антиоксидантов; Группа 3 — применение ГБО.

Note: Group 1 — control, Group 2 — additional use of antioxidants, Group 3 — additional uses of HBO sessions.

Таблица 2. Показатели биохимилюминесценции в плазме и эритроцитах пациентов с тяжелой термической травмой
Table 2. Parameters of biochemical luminescence in plasma and in erythrocytes of patients with severe thermal injury

Показатель / Rate	Условно здоровые / Conditionally healthy	Сутки / Day	Группа 1 / Group 1	Группа 2 / Group 2	Группа 3 / Group 3
$S_{пл}$, усл. ед. / $S_{пр}$, conv. units	9,952 [9,035; 11,063]	1	11,496 [8,93; 14,50]	11,473 [10,13; 15,84]*	11,189 [10,110; 14,750]*
		2	12,377 [9,050; 14,530]	12,065 [9,770; 15,53]*	11,570 [9,936; 14,720]*
		3	14,288 [8,220; 35,738]*	11,712 [10,304; 13,66]*	11,589 [10,350; 11,510]*
		4	11,957 [10,113; 13,780]	11,133 [9,540; 13,215]*	10,957 [10,180; 11,680]*
		6 ± 2	16,671 [9,600; 53,725]*	10,867 [10,060; 11,945]*	11,187 [10,570; 11,980]*
		9 ± 2	31,765 [10,480; 53,050]	10,253 [9,590; 10,850]	10,670 [10,459; 11,630]
		13 ± 2	14,739 [8,970; 43,135]	10,978 [10,690; 11,680]*	10,418
$S_{эр}$, усл. ед. / $S_{ер}$, conv. units	8,614 [8,126; 8,986]	1	8,215 [6,433; 10,590]	9,797 [9,100; 11,78] ^{*/**} ○ ($p_3; p_{6 \pm 2}; p_{9 \pm 2}; p_{13 \pm 2}$)	9,045 [8,130; 12,760]
		2	8,488 [6,315; 10,080]	9,772 [8,923; 12,000]* ○ ($p_{13 \pm 2}$)	9,241 [7,640; 10,872]* ○ ($p_3; p_{6 \pm 2}; p_{9 \pm 2}$)
		3	8,505 [6,770; 10,065]	9,067 [8,360; 9,860] ○ ($p_1; p_2; p_{9 \pm 2}$)	9,053 [7,170; 10,210]
		4	8,238 [7,455; 9,020]	9,200 [8,895; 9,795]*	8,952 [7,440; 9,263]
		6 ± 2	8,902 [7,700; 9,863]	8,808 [7,980; 9,410] ○ ($p_1; p_2$)	9,398 [8,518; 9,878]*
		9 ± 2	10,620 [9,240; 12,000]	8,577 [8,100; 8,982] ○ ($p_1; p_2; p_3$)	8,91 [7,045; 9,833]
		13 ± 2	9,076 [8,610; 9,731]* ○ (p_2)	9,252 [8,390; 10,800]	9,761
tg2a, усл. ед. / tg2a, conv. units	0,748 [0,714; 0,787]	1	0,613 [0,355; 1,715]* ○ (p_3)	0,656 [0,547; 1,501]*	0,583 [0,524; 0,628]* ($p_2; p_3; p_4; p_{6 \pm 2}; p_{9 \pm 2}$)
		2	0,630 [0,428; 0,992]*	0,718 [0,522; 1,451]*	0,625 [0,546; 0,724]* ○ (p_1)
		3	0,657 [0,408; 1,090]* (p_1)	0,678 [0,528; 1,365]*	0,647 [0,566; 0,751]* ○ (p_1)
		4	0,567 [0,438; 0,636]	0,644 [0,541; 0,863]*	0,627 [0,554; 0,691]* ○ (p_1)
		6 ± 2	0,661 [0,408; 1,645]	0,605 [0,547; 0,697]*	0,637 [0,571; 0,687]* ○ (p_1)
		9 ± 2	0,831 [0,427; 1,235]	0,591 [0,487; 0,686]*	0,627 [0,577; 0,695]* ○ (p_1)
		13 ± 2	0,749 [0,367; 1,753]	0,523 [0,433; 0,679]*	0,642

Примечание: Группа 1 — контроль; Группа 2 — применение антиоксидантов; Группа 3 — применение ГБО. Результаты статистически достоверны: * — посуточно по сравнению с условно здоровыми (U-критерий Манна — Уитни, $p < 0,017$); ** — посуточно по сравнению с группой 1 (U-критерий Манна — Уитни, $p < 0,025$); ○ ($p_{\#}$) — сравнение по дням терапии внутри группы, где # — день сравнения (T-критерий Вилкоксона, $p < 0,05$).

Note: Group 1 — control; Group 2 — additional use of antioxidants; Group 3 — additional uses of HBO sessions. Results are statistically significant: * — in daily comparison with the group of conditionally healthy patients (Mann-Whitney U-test, $p < 0.017$); ** — in daily comparison with the group 1 (Mann-Whitney U-test, $p < 0.025$); ○ ($p_{\#}$) — in comparison across the group, when # — the day of comparison (Wilcoxon signed-rank test, $p < 0.05$).

Таблица 3. Показатели биохемилюминесценции в плазме и эритроцитах пациентов с тяжелой термической травмой до и после сеансов ГБО

Table 3. Parameters of biochemical luminescence in plasma and in erythrocytes of patients with severe thermal injury before and after the sessions of HBO

Показатель / Rate	Условно здоровые / Conditionally healthy	ГБО / HBOs	1-е сутки / Day 1	2-е сутки / Day 2	3-и сутки / Day 3	4-е сутки / Day 4	6 ± 2 сутки / Day 6 ± 2	9 ± 2 сутки / Day 9 ± 2	13 ± 2 сутки / Day 13 ± 2
S_{nn} , усл. ед. / S_{pr} , conv. units	9,952 [9,035; 11,063]	до / before	11,15 [10,17; 12,66]* ○ ($p_{13±2}$)	11,529 [10,130; 14,215]* ○ (p_3)	10,523 [9,84; 11,234]* ○ (p_2)	10,811 [10,260; 11,510]*	10,425 [9,080; 11,900]	10,547 [9,560; 11,390]*	10,372 [9,655; 10,980] ○ ($p_1; p_2$)
		после / after	11,189 [10,110; 14,750]*	11,570 [9,936; 14,720]*	11,589 [10,350; 11,510]*	10,957 [10,180; 11,680]*	11,187 [10,570; 11,980]*	10,670 [10,459; 11,630]*	10,418
$S_{эp}$, усл. ед. / $S_{эr}$, conv. units	8,614 [8,126; 8,986]	до / before	9,477 [8,430; 10,740]*	9,493 [8,230; 10,020]*	9,138 [8,701; 9,640]*	9,260 [7,830; 10,030]	8,745 [7,640; 9,878]	9,206 [8,667; 9,825]*	9,088 [8,440; 9,755]*
		после / after	9,045 [8,130; 12,760]	9,241 [7,640; 10,872]*	9,053 [7,170; 10,210]	8,952 [7,440; 9,263]	9,398 [8,518; 9,878]*	8,91 [7,045; 9,833]	9,761
$tg2a$, усл. ед. / $tg2a$, conv. units	0,748 [0,714; 0,787]	до / before	0,519 [0,445; 0,609]* ○ ($p_2; p_4; p_{9±2}$)	0,563 [0,477; 0,666]* ○ ($p_1; p_4$)	0,563 [0,445; 0,691]* ○ ($p_1; p_2$)	0,600 [0,547; 0,686]*	0,622 [0,366; 0,684]*	0,597 [0,545; 0,644]* ○ (p_1)	0,610 [0,475; 0,881]*
		после / after	0,583 [0,524; 0,628]* ○ ($p_2; p_3; p_4; p_{6±2}; p_{9±2}$)	0,625 [0,546; 0,724]* ○ (p_1)	0,647 [0,566; 0,751]* ○ (p_1)	0,627 [0,554; 0,691]* ○ (p_1)	0,637 [0,571; 0,687]* ○ (p_1)	0,627 [0,577; 0,695]* ○ (p_1)	0,642

Примечание: Результаты статистически достоверны: * — посуточно по сравнению с условно здоровыми (U-критерий Манна — Уитни, $p < 0,025$); ○ ($p_{\#}$) — сравнение по дням терапии внутри группы, где # — день сравнения (T-критерий Вилкоксона, W, $p < 0,05$).

Note: Results are statistically significant: * — in daily comparison with the group of conditionally healthy patients (Mann-Whitney U-test, $p < 0.025$); ○ ($p_{\#}$) — in comparison across the group, when # — the day of comparison (Wilcoxon signed-rank test, $p < 0.05$).

Уровень МДА_{nn} и МДА_{эp} на начальных этапах исследования был так же сопоставим между опытными группами (табл. 4). Отмечается сохранение сопоставимости значений МДА_{nn} между группами на всех дальнейших этапах исследования. При этом установлено снижение концентрации МДА_{эp} в группе 3 на 13 % ($p < 0,036$) на 6-е сутки исследования по сравнению с исходным. В то же время уровень МДА_{эp} в группе 2 оказался на 27 % ниже ($p < 0,01$) по сравнению с группой 1, что позволяет подтвердить предположение об интеграции применяемых антиоксидантов в метаболизм эритроцитов и поддержание их антиоксидантной защиты.

Несмотря на то что в группе применения ГБО концентрация МДА_{эp} на 9-е сутки оказалась выше на 23 % ($p < 0,001$) по сравнению с группой применения антиоксидантов, статистически она была неотличима от группы 1 (табл. 4). При этом проведение ГБО не способствовало статистически значимому изменению

МДА_{nn} и МДА_{эp} непосредственно после сеанса на всех этапах исследования (табл. 5), что может служить подтверждением отсутствия негативного эффекта применения ГБО в режиме «малых доз» при терапии тяжелой термической травмы.

Установлен исходно сниженный уровень СОД во всех группах, при этом активность фермента была значимо ниже в группах 2 и 3 по сравнению со значением показателя у условно здоровых лиц (табл. 6). Результаты исследований удельной активности СОД в группе 1 указывают на отсутствие статистически значимых изменений в ходе исследования внутри группы. При этом в первые сутки исследования в группе дополнительного применения антиоксидантов удельная активность фермента повысилась на 11 % ($p < 0,01$), в дальнейшем отмечалось отсутствие статистически достоверных отличий по сравнению с условно здоровыми, однако к 13-м суткам уровень фермента в группе 2 оказался ниже на 22 % ($p < 0,01$). В свою

Таблица 4. Концентрация малонового диальдегида в плазме и эритроцитах пациентов с тяжелой термической травмой
Table 4. Malondialdehyde levels in plasma and in erythrocytes of patients with severe thermal injury

Показатель / Rate	Условно здоровые / Conditionally healthy	Сутки / Day	Группа 1 / Group 1	Группа 2 / Group 2	Группа 3 / Group 3
МДА _{пл} , мкмоль/л / MDA _{pl} , μmol/L	1,024 [0,983; 1,075]	1	1,161 [0,718; 1,743]	1,227 [1,025; 1,522]* ○(p ₂ ; p _{6±2})	1,213 [0,854; 1,333]* ○(p ₂)
		2	1,180 [0,991; 1,333]* ○(p _{6±2})	1,246 [1,014; 1,818]*	1,138 [0,718; 1,278]* ○(p ₁)
		3	1,244 [0,978; 1,504]*	1,145 [1,025; 1,264]* ○(p ₁)	1,290 [0,903; 1,820]
		4	1,236 [0,978; 1,504]	1,173 [1,089; 1,332]*	1,075 [0,923; 1,205]
		6 ± 2	1,044 [0,923; 1,293] ○(p ₁)	1,166 [1,003; 1,692]	1,162 [0,984; 1,283]
		9 ± 2	1,225 [1,215; 1,235]	1,142 [1,013; 1,278]*	1,127 [0,957; 1,287]
		13 ± 2	1,029 [0,915; 1,333]	1,191 [1,112; 1,295]*	0,991
МДА _{эр} , мкмоль/л / MDA _{er} , μmol/L	6,003 [5,862; 6,130]	1	10,296 [8,303; 13,965]*	10,102 [8,200; 13,643]* ○(p ₃)	10,204 [5,741; 12,603]* ○(p ₄)
		2	10,806 [8,064; 13,863]*	10,401 [8,718; 13,954]* ○(p ₃ ; p _{6±2})	9,944 [7,107; 11,874]*
		3	10,637 [7,141; 12,027]*	9,378 [7,135; 11,325]* ○(p ₁ ; p ₂)	10,229 [8,127; 12,571]*
		4	10,742 [10,027; 11,457]	9,339 [8,333; 11,901]*	10,021 [8,003; 11,200]* ○(p ₁ ; p _{9±2})
		6 ± 2	11,336 [8,747; 13,856]*	8,911 [7,818; 10,968]** ○(p ₂)	10,654 [8,218; 11,617]*
		9 ± 2	14,336 [13,856; 14,816]	8,784 [7,614; 10,890]*	10,808 [8,892; 12,557]** ○(p ₄)
		13 ± 2	10,831 [8,449; 15,298]*	9,040 [7,638; 12,555]*	11,026

Примечание: Группа 1 — контроль; Группа 2 — применение антиоксидантов; Группа 3 — применение ГБО. Результаты статистически достоверны: * — посуточно по сравнению с условно здоровыми (U-критерий Манна — Уитни, p < 0,017); ** — посуточно по сравнению с группой 1 (U-критерий Манна — Уитни, p < 0,025); *** — посуточно по сравнению с группой 2 (U-критерий Манна — Уитни, p < 0,05); ○ (p#) — сравнение по дням терапии внутри группы, где # — день сравнения (T-критерий Вилкоксона, p < 0,05).

Note: Group 1 — control; Group 2 — additional use of antioxidants, Group 3 — additional uses of HBO sessions. Results are statistically significant: * — in daily comparison with the group of conditionally healthy patients (Mann-Whitney U-test, p < 0.017); ** — in daily comparison with the group 1 (Mann-Whitney U-test, p < 0.025); *** — in daily comparison with the group 2 (Mann-Whitney U-test, p < 0.05); ○ (p#) — in comparison across the group, when # — the day of comparison (Wilcoxon signed-rank test, p < 0.05).

Таблица 5. Концентрация малонового диальдегида в плазме и эритроцитах пациентов с тяжелой термической травмой до и после сеансов ГБО

Table 5. Malondialdehyde levels in plasma and in erythrocytes of patients with severe thermal injury before and after the sessions of HBO

Показатель / Rate	Условно здоровые / Conditionally healthy	ГБО / HBOs	1-е сутки / Day 1	2-е сутки / Day 2	3-и сутки / Day 3	4-е сутки / Day 4	6 ± 2 сутки / Day 6 ± 2	9 ± 2 сутки / Day 9 ± 2	13 ± 2 сутки / Day 13 ± 2
MDA _{пл} , мкмоль/л / MDA _{pl} , μmol/L	1,024 [0,983; 1,075]	до / before	1,160 [0,813; 1,367]*	1,138 [0,810; 1,322]*	1,230 [0,923; 1,948]	1,113 [1,017; 1,215]*	1,129 [0,982; 1,281]*	1,144 [0,935; 1,354]	1,073 [0,982; 1,236]
		после / after	1,213 [0,854; 1,333]* ○(p ₂)	1,138 [0,718; 1,278]* ○(p ₁)	1,290 [0,903; 1,820]	1,075 [0,923; 1,205]	1,162 [0,984; 1,283]	1,127 [0,957; 1,287]	0,991
MDA _{эр} , мкмоль/л / MDA _{er} , μmol/L	6,003 [5,862; 6,130]	до / before	10,863 [5,920; 12,813]* ○(p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	10,501 [6,843; 12,095]* ○(p ₃ ; p ₄)	9,996 [8,894; 11,651]* ○(p ₁ ; p ₂)	10,032 [8,672; 11,341]* ○(p ₁ ; p ₂ ; p _{9±2})	9,658 [7,346; 11,585]* ○(p ₁)	10,826 [8,613; 13,059]* ○(p ₄)	10,897 [8,269; 13,052]*
		после / after	10,204 [5,741; 12,603]* ○(p ₄)	9,944 [7,107; 11,874]*	10,229 [8,127; 12,571]*	10,021 [8,003; 11,200]* ○(p ₁ ; p _{9±2})	10,654 [8,218; 11,617]*	10,808 [8,892; 12,557]* ○(p ₄)	11,026

Примечание: Результаты статистически достоверны: * — посуточно по сравнению с условно здоровыми (U-критерий Манна — Уитни, $p < 0,025$); ○ (p_#) — сравнение по дням терапии внутри группы, где # — день сравнения (T-критерий Вилкоксона, $p < 0,05$).

Note: Results are statistically significant: * — in daily comparison with the group of conditionally healthy patients (Mann-Whitney U-test, $p < 0.025$); ○ (p_#) — in comparison across the group, when # — the day of comparison (Wilcoxon signed-rank test, $p < 0.05$).

очередь, проведение первого сеанса ГБО в группе 3 способствовало увеличению активности СОД на 9 % ($p = 0,038$), при этом к окончательным срокам уровень фермента был статистически не отличим от значений группы условно здоровых.

Отмечено также значимое повышение удельной активности СОД в группе 3 на вторые и третьи сутки исследования. Так, сеансы ГБО способствовали повышению уровня фермента на 10 % на вторые сутки ($p = 0,011$) и на 10 % на третьи сутки ($p = 0,028$) (табл. 7).

Установлено снижение удельной активности каталазы у пациентов с тяжелой термической травмой. Применение антиоксидантов в терапии тяжелой термической травмы способствовало статистически незначимому росту уровня фермента (рис. 1). Проведение сеансов ГБО способствовало росту активности фермента, однако изменения не имели значимых отличий по сравнению с контрольной группой. При этом получена достоверная положительная динамика изменения активности каталазы после процедур ГБО: так, уровень каталазы на 6-е сутки составил 122 % ($p < 0,01$) от уровня значения показателя условно здоровых лиц.

На начальном этапе исследования активность ГР была на несопоставимых уровнях в исследуемых группах (рис. 2), однако отличия были статистически незначимы. К 6–8-м суткам в группе применения ГБО установлено статистически достоверное отличие

уровня фермента по сравнению с группой применения антиоксидантов, однако при этом также не превысившее 5 % ($p = 0,048$). Также отмечается отсутствие достоверных отличий от уровня нормальных значений как в группе применения антиоксидантов, так и в группе применения ГБО, к 6–8-м суткам исследования (табл. 7, рис. 3).

При детальном рассмотрении данных об активности ГР в группе применения антиоксидантов установлено снижение активности фермента по сравнению с уровнем показателя у условно здоровых лиц на 18 % ($p < 0,001$) к 9-м суткам исследования (рис. 3). Вероятно, применение антиоксидантов способствует снижению прооксидантной нагрузки при тяжелой термической травме в первые 6–8 суток от начала терапии. В дальнейшем эффективность применения снижается, что может объясняться отсутствием влияния применяемых антиоксидантов на доступность кислорода и поддержки энергетического обмена в клетках, что важно для полноценной работы антиоксидантной системы.

Проведение сеансов ГБО способствовало увеличению активности ГР после каждого сеанса, при этом к 9-м суткам исследования активность фермента оказалась повышенной на 15 % ($p = 0,028$) по сравнению с исходными значениями (табл. 7). Полученный результат может объясняться повышением газообмена в эритроцитах вследствие гипероксигенации, находящейся, тем не менее, на недостаточном уровне для

Таблица 6. Удельная активность супероксиддисмутазы эритроцитов пациентов с тяжелой термической травмой
Table 6. Means of the specific activity of superoxide dismutase in erythrocytes of patients with severe thermal injury

Показатель / Rate	Условно здоровые / Conditionally healthy	Сутки / Day	Группа 1 / Group 1	Группа 2 / Group 2	Группа 3 / Group 3
СОД, %инг × мин ⁻¹ × мг белка / SOD, %ing × min ⁻¹ × mg protein	917,450 [899,660; 932,172]	1	848,295 [531,000; 1228,89]	751,013 [454,959; 998,379]* ○ (p ₂)	731,445 [521,394; 901,630]*
		2	850,620 [557,330; 1204,120]	832,131 [491,489; 994,899] ○ (p ₁)	794,367 [497,693; 985,105]**
		3	919,331 [592,110; 1498,287]	853,244 [449,376; 1207,407]	777,464 [543,702; 953,134]*
		4	730,815 [688,756; 772,874]	808,379 [572,634; 984,312]	803,342 [637,130; 952,801] ○ (p _{6±2} ; p _{9±2})
		6 ± 2	845,885 [615,616; 1115,847]	844,099 [607,692; 1074,326]	841,827 [707,03; 964,226] ○ (p ₄)
		9 ± 2	996,678 [996,678; 996,678]	842,184 [632,910; 1049,233]	871,126 [708,380; 1174,663] ○ (p ₄)
		13 ± 2	804,147 [652,350; 975,480]	750,576 [446,560; 951,408]*	710,036

Примечание: Группа 1 — контроль; Группа 2 — применение антиоксидантов; Группа 3 — применение ГБО. Результаты статистически достоверны: * — посуточно по сравнению с условно здоровыми (U-критерий Манна — Уитни, p < 0,017); ** — посуточно по сравнению с группой 1 (U-критерий Манна — Уитни, p < 0,025); *** — посуточно по сравнению с группой 2 (U-критерий Манна — Уитни, p < 0,05); ○ (p_#) — сравнение по дням терапии внутри группы, где # — день сравнения (Т-критерий Вилкоксона, p < 0,05).

Note: Group 1 — control; Group 2 — additional use of antioxidants; Group 3 — additional uses of HBO sessions. Results are statistically significant: * — in daily comparison with the group of conditionally healthy patients (Mann-Whitney U-test, p < 0.017); ** — in daily comparison with the group 1 (Mann-Whitney U-test, p < 0.025); *** — in daily comparison with the group 2 (Mann-Whitney U-test, p < 0.05); ○ (p_#) — in comparison across the group, when # — the day of comparison (Wilcoxon signed-rank test, p < 0.05).

проявления негативных эффектов. По всей видимости, ГБО при заданных параметрах способствует улучшению метаболизма, проницаемости мембран и поддержанию транспортной функции эритроцитов.

Резюме основного результата исследования

Дополнение терапии тяжелой термической травмы применением антиоксидантов способствует повышению антиоксидантной защиты клеток, при этом максимально выраженный эффект выявлен в первые 6–8 суток от начала терапии. Применение сеансов ГБО в режиме «малых доз» следует начинать в первые трое суток после получения термической травмы, при этом установлено улучшение газообмена в тканях, повышение доступности кислорода и повышение антиоксидантной активности после сеансов. Оптимальная продолжительность ГБО-терапии составляет 9–11 суток. Негативных последствий, вызванных применением антиоксидантов или ГБО, в настоящей работе не установлено.

Обсуждение основного результата исследования

Полученные в ходе исследования данные свидетельствовали о развитии оксидативного стресса при

тяжелой термической травме, однако в силу некоторого разброса данных на начальных этапах статистически значимых отличий от уровня условно здоровых лиц для некоторых показателей выявлено не было. Например, у отдельных пациентов с тяжелой термической травмой были получены значения СРО_{нн} ниже уровня группы условно здоровых лиц. При этом в случаях снижения СРО_{нн} ниже уровня СРО_{нн} группы сравнения установлено также двукратное снижение общей антиоксидантной активности. Поскольку на последующих этапах исследования в группе контроля активность СРО_{нн} значимо возрастала, а пониженный уровень СРО на начальных этапах исследования не может быть объяснен повышением общей антиоксидантной активности, логично предположить, что развитие оксидативного стресса при тяжелой термической травме берет начало от восстановительного стресса. Так как в группе дополнительного применения антиоксидантов увеличения СРО_{нн} в ходе исследования не установлено, а в группе контроля получено снижение общей антиоксидантной активности и СРО с последующим резким ростом активности СРО, наиболее вероятной причиной развития восстановительного стресса, а затем и оксидативный стресс при тя-

БЕЛЯЕВА К.Л. И ДР. | ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

Таблица 7. Удельная активность ферментов антиоксидантной защиты эритроцитов пациентов с тяжелой термической травмой до и после сеансов ГБО
Table 7. Means of the specific activity of SOD in erythrocytes of patients with severe thermal injury before and after the sessions of HBO

Показатель / Rate	Условно здоровые / Conditionally healthy	ГБО / HBOs	1 сутки / Day 1					2 сутки / Day 2					3 сутки / Day 3					4 сутки / Day 4					6 ± 2 сутки / Day 6 ± 2					9 ± 2 сутки / Day 9 ± 2					13 ± 2 сутки / Day 13 ± 2				
			Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 6 ± 2	Day 9 ± 2	Day 13 ± 2	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 6 ± 2	Day 9 ± 2	Day 13 ± 2	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 6 ± 2	Day 9 ± 2	Day 13 ± 2	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 6 ± 2	Day 9 ± 2	Day 13 ± 2							
СОД, %инг × мин ⁻¹ × мг белка / SOD, %ing × min ⁻¹ × mg protein	917,450 [899,66; 932,172]	до / before	670,083	727,939	706,290	764,956	709,568	794,367	706,290	803,342	841,827	871,126	794,956	709,568	758,230	794,925	[438,862; 872,011]*	[466,700; 961,350]*	[455,566; 907,268]*	[656,970; 901,953]*	[637,130; 952,801]*	[707,03; 964,226]	[470,836; 984,230]*	[546,650; 954,013]*	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})						
			○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})						
Каталаза, мкмоль H ₂ O ₂ × мин ⁻¹ × мг белка / Catalase, μmol H ₂ O ₂ × min ⁻¹ × mg protein	41,824 [34,551; 49,087]	до / before	44,579	46,370	45,161	49,970	46,482	794,367	45,161	803,342	841,827	871,126	49,970	46,482	44,561	44,579	[27,527; 64,576]	[33,210; 63,550]	[34,342; 62,195]	[40,815; 60,499]	[38,729; 53,073]	[708,380; 1174,663]	[35,675; 56,336]	[43,436; 57,081]	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})						
			○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})							
ГР, нмоль НАДФН × мин ⁻¹ × мг белка / GR, nmol NADPH × min ⁻¹ × mg protein	79,273 [72,995; 86,354]	до / before	70,469	75,938	76,635	79,851	78,746	79,273	76,635	80,332	81,515	82,414	79,851	78,746	81,180	70,469	[51,250; 82,831]*	[56,663; 94,250]	[67,115; 85,771]	[74,792; 83,032]	[60,386; 98,156]	[66,674; 107,752]	[67,620; 88,527]	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})							
			○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})	○ (p ₁ ; p ₂ ; p ₃ ; p ₄ ; p _{6±2})							

Примечание: Результаты статистически достоверны: * — посуточно по сравнению условно здоровыми (U-критерий Манна — Уитни, p < 0,025); ♦ — посуточно по сравнению с данными до сеанса ГБО (U-критерий Манна — Уитни, p < 0,05); ○ (p_#) — сравнение по дням терапии внутри группы, где # — день сравнения (T-критерий Вилкоксона, W, p < 0,05).

Note: Results are statistically significant: * — in daily comparison with the group of conditionally healthy patients (Mann-Whitney U-test, p < 0.025); ♦ — in daily comparison with the data before the session of HBO (Mann-Whitney U-test, p < 0.05); ○ (p_#) — in comparison across the group, when # — the day of comparison (Wilcoxon signed-rank test, p < 0.05).

желой термической травме является аноксия электрон-транспортных цепей, вызванная тканевой гипоксией.

Каталитически совершенные ферменты, такие как СОД, каталаза и другие пероксидазы, проявляют антиоксидантную активность на начале цепи образования свободных радикалов [26, 27]. ГР восстанавливает окисленный глутатион, производя его восстановленную форму, проявляющую антиоксидантные свойства посредством осуществления восстановительных реакций с АФК. Для работы фермента необходим кофермент НАДФН, который также является ключевым источником энергии для удаления пероксида [9, 28]. В целом сумма реакций, катализируемых антиоксидантными ферментами, указывает на тесную взаимосвязь антиоксидантной системы и дыхания клеток. Таким образом, для полноценной работы антиоксидантной системы необходим достаточный уровень газообмена.

Поскольку в группе дополнительного применения антиоксидантов установлено увеличение активности СОД, но при этом рост активности каталазы отсутствует, следует предположить увеличение концентрации H_2O_2 . Можно сделать предположение о частичной инактивации каталазы, при этом одной из причин может выступать изменение конформации активного центра в условиях избыточного количества субстрата. В таком случае активность СОД также была бы инактивирована, поскольку известно [27], что избыточное количество пероксида инактивирует работу фермента. Соответственно, прооксидантная нагрузка должна возрастать,

а антиоксидантная — снижаться. При этом, по данным биохемилюминесценции ($S_{эр}$), $MDA_{эр}$ и $MDA_{п}$ не происходит усугубления оксидативного стресса. Таким образом, следует предположить утилизацию пероксида другим ферментом, например, глутатионпероксидазой. Отрицать это предположение возможно в сочетанных с угнетенной активностью ГР условиях недостаточности содержания восстановленного глутатиона и селена. Поскольку угнетения ГР не установлено, а в состав микроэлементов применяемого комплекса входит селен, остается предположить активацию глутатионпероксидазы, что находит свое подтверждение в литературных источниках [17]. Таким образом, компоненты антиоксидантного комплекса, используемого в группе 2, действительно способны встраиваться в структуру антиоксидантной системы. Однако начиная с 9-х суток эффективность использования антиоксидантов существенно снижается, вследствие чего сроки их наиболее эффективного применения могут быть ограничены 6–8 сутками. В дальнейшем схема лечения может быть пересмотрена для получения лучших результатов.

Использование ГБО, согласно литературным данным [18–20], способствует увеличению доставки кислорода к тканям, уменьшению развития раневых инфекций, снижает риск осложнений ожоговой болезни. Вследствие повышения доступности кислорода тканям, ГБО способствует поддержанию пластического и энергетического обмена, активации и поддержке работы антиоксидантной системы. Поскольку отпра-

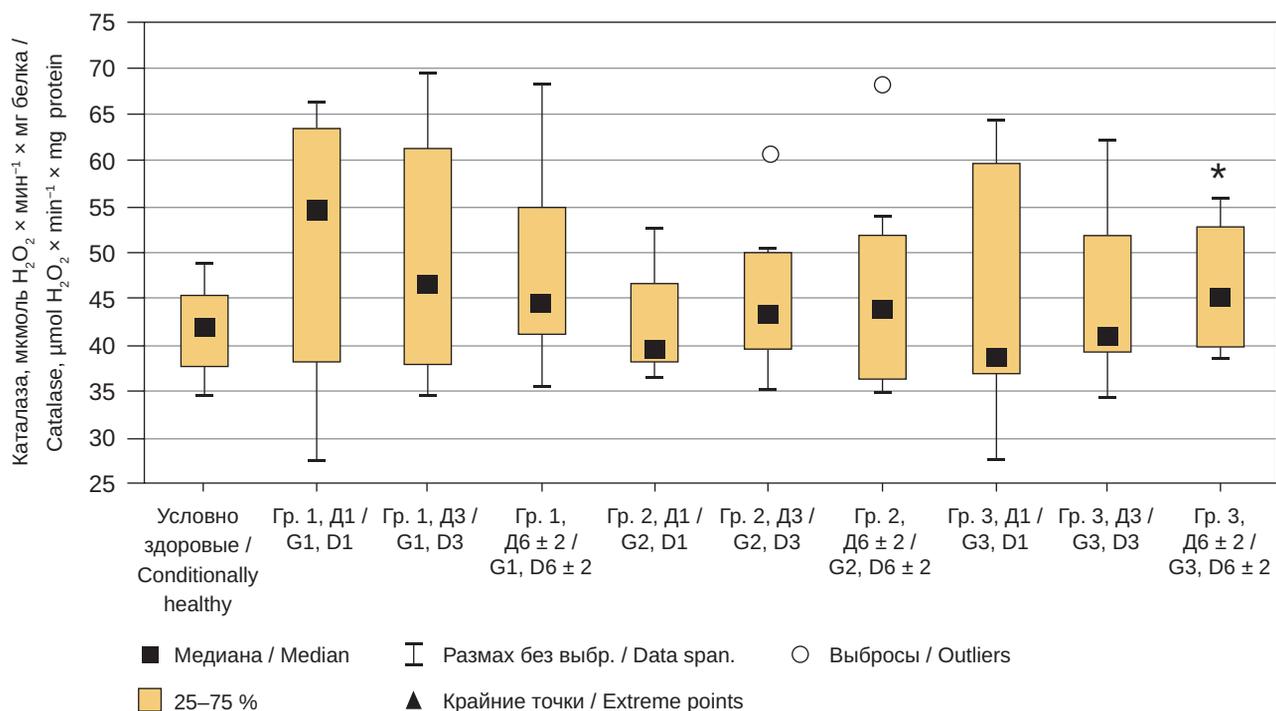


Рис. 1. Удельная активность каталазы в эритроцитах пациентов с тяжелой термической травмой, $\mu\text{mol } H_2O_2 \times \text{min}^{-1} \times \text{mg белка}$

Fig. 1. The specific activity of catalase in erythrocytes of patients with severe thermal trauma, $\mu\text{mol } H_2O_2 \times \text{min}^{-1} \times \text{mg protein}$

Примечание: Гр. 1 (группа 1) — контроль; Гр. 2 (группа 2) — применение антиоксидантов; Гр. 3 (группа 3) — применение ГБО; Д# (где # = 1, 3 или 6 ± 2) — день исследования. Результаты статистически достоверны: * — по сравнению с условно здоровыми (U-критерий Манна — Уитни, $p < 0,017$).

Note: G1 (group 1) — control; G2 (group 2) — additional use of antioxidants; G3 (group 3) — additional uses of HBO sessions; D# (when # = 1, 3 or 6 ± 2) — Day of application. Results are statistically significant: * — in daily comparison with the group of conditionally healthy patients (Mann-Whitney U-test, $p < 0.017$).

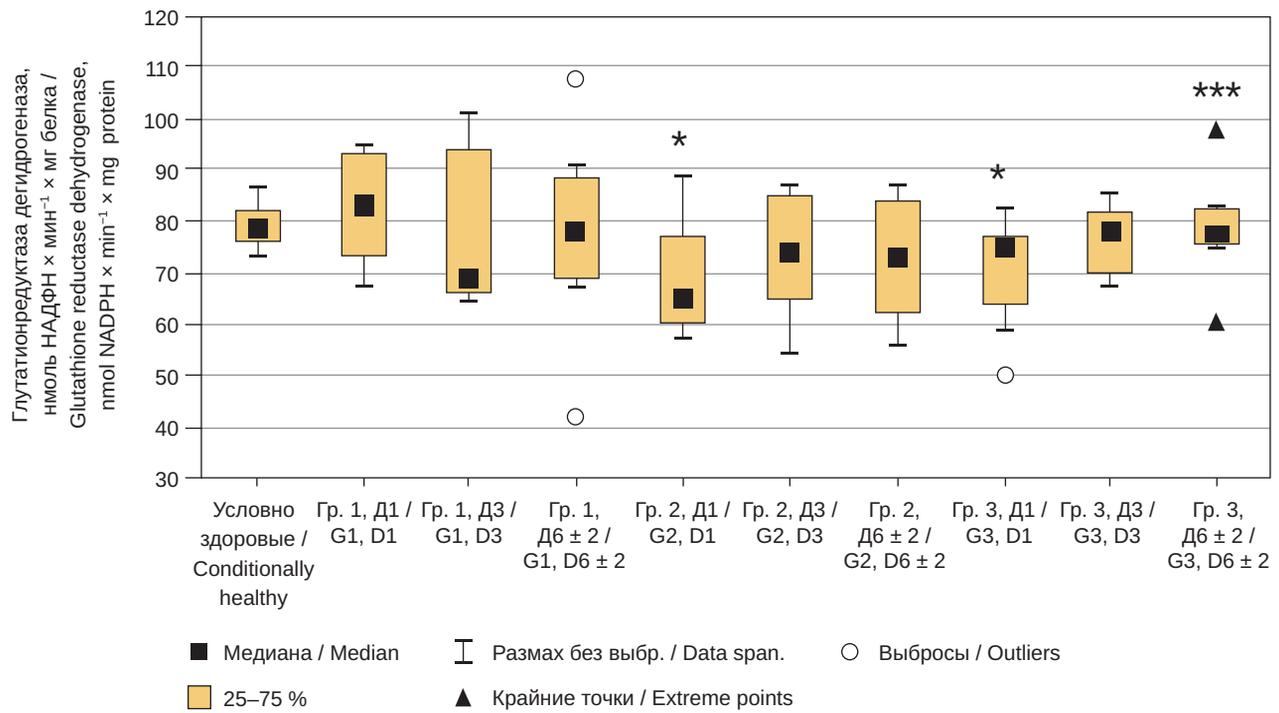


Рис. 2. Удельная активность глутатионредуктазы в эритроцитах пациентов с тяжелой термической травмой, нмоль НАДФН × мин⁻¹ × мг белка

Fig. 2. The specific activity of glutathione reductase of erythrocytes of patients with severe thermal trauma, nmol NADPH × min⁻¹ × mg protein

Примечание: Гр. 1 (группа 1) — контроль; Гр. 2 (группа 2) — применение антиоксидантов; Гр. 3 (группа 3) — применение ГБО; Д# (где # — 1, 3 или 6 ± 2) — день исследования. Результаты статистически достоверны: * — по сравнению с условно здоровыми (U-критерий Манна — Уитни, p < 0,017); *** — по сравнению с группой 2 (U-критерий Манна — Уитни, p < 0,05).

Note: G1 (group 1) — control; G2 (group 2) — additional use of antioxidants; G3 (group 3) — additional uses of HBO sessions; D# (when # — 1, 3 or 6 ± 2) — Day of application. Results are statistically significant: * — in daily comparison with the group of conditionally healthy patients (Mann-Whitney U-test, p < 0.017); *** — in daily comparison with the group 2 (Mann-Whitney U-test, p < 0.05).

ной точкой развития оксидативного стресса при тяжелой термической травме предположительно является аноксия электрон-транспортной цепи митохондрий, существует необходимость начала проведения сеансов в первые трое суток после получения травмы в целях получения максимального эффекта от процедур.

По данным МДА_{пл} и МДА_{эр}, сеансы ГБО в первые трое суток способствуют незначительному росту прооксидантной нагрузки, однако, по данным биохимилюминесценции, именно первые три процедуры сопровождаются наибольшим ростом общей антиоксидантной активности. Соответственно, гипероксигенация, возникающая вследствие применения ГБО в заданном режиме, не вызывает усугубления оксидативного стресса. Результаты активности СОД и каталазы указывают на отсутствие негативных проявлений использования ГБО в режиме «малых доз» при терапии тяжелой термической травмы, а также на способность умеренной гипероксии, возникающей вследствие процедур, проявлять свойства фактора, способствующего развитию эустресса. Снижение активации общей антиоксидантной активности и увеличение концентрации продуктов ПОЛ начиная с 9-х суток применения ГБО-терапии позволяет ограничить потенциально благоприятное применение ГБО 9–11 сутками. В дальнейшем схема лечения может быть пересмотрена для получения максимального эффекта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Получены данные, свидетельствующие о необходимости поддержания клеточного дыхания при тяжелой термической травме. Применение антиоксидантной терапии, заключающейся в назначении витамина С, препаратов «Церневит» и «Алдамель Н», при тяжелой термической травме способствует защите мембран эритроцитов, снижению оксидативного стресса. Данные препараты повышают антиоксидантную активность, включаясь в антиоксидантную систему как напрямую, так и в мембраны клеток и структуру антиоксидантных ферментов с максимальным терапевтическим эффектом в течение первых 6–8 суток применения. Использование сеансов ГБО в режиме «малых доз» не сопровождалось достоверным повышением прооксидантной нагрузки и углублением оксидативного стресса. Проведение ГБО-терапии при тяжелой термической травме способствует улучшению энергетического обмена в эритроцитах и росту активности антиоксидантной системы, наибольшая эффективность ГБО-терапии отмечена в первые 9–11 суток ее использования. Отмечается, что гипероксия может являться фактором, способствующим развитию эустресса. Данных, свидетельствующих об усугублении оксидативного стресса вследствие применения антиоксидантов или сеансов ГБО при терапии тяжелой термической травмы, в настоящей работе не установлено.

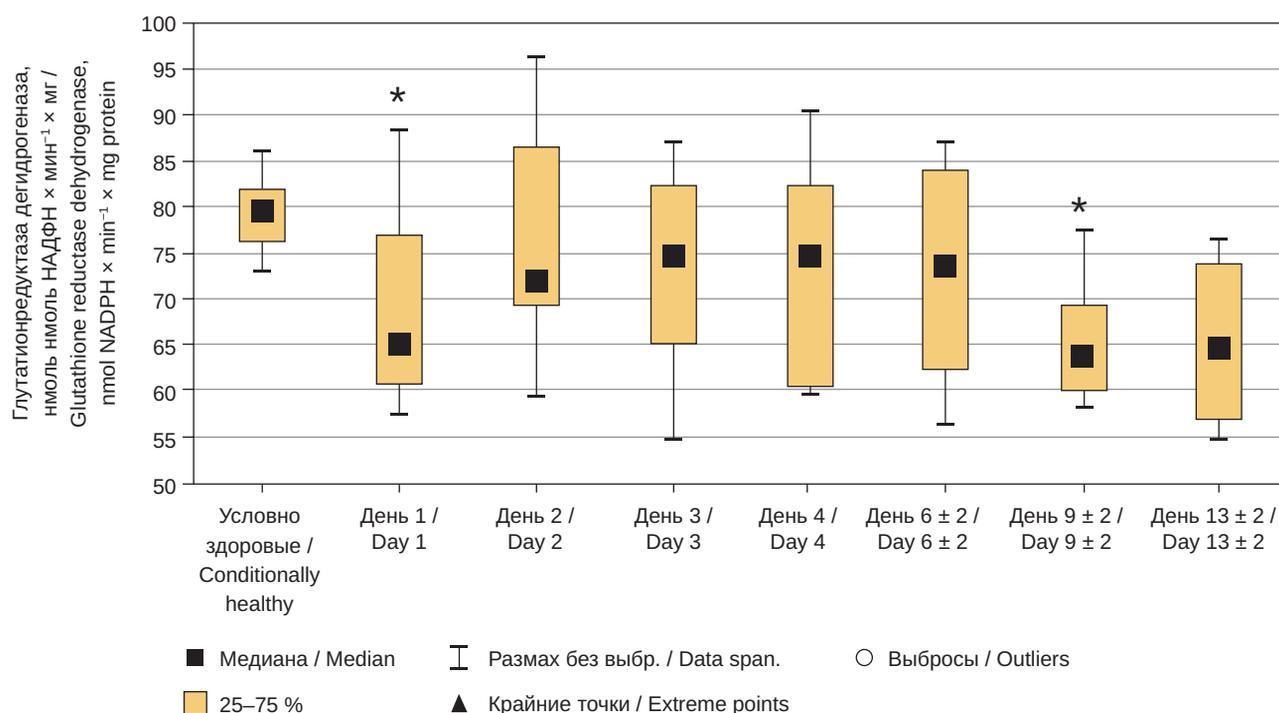


Рис. 3. Удельная активность глутатионредуктазы дегидрогеназы в эритроцитах пациентов Группы 2 (применение антиоксидантов), нмоль НАДФН × мин⁻¹ × мг белка

Fig. 3. The specific activity of glutathione reductase of erythrocytes of Group 2 patients (the use of antioxidants), nmol NADPH × min⁻¹ × mg protein

Примечание: Д# (где # — 1, 3 или 6 ± 2) — день исследования. Результаты статистически достоверны: * — точно по сравнению с условно здоровыми (U-критерий Манна — Уитни, p < 0,017).

Note: D# (when # — 1, 3 or 6 ± 2) — Day of application. Results are statistically significant: * — in daily comparison with the group of conditionally healthy patients (Mann-Whitney U-test, p < 0.017).

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Беляева Ксения Леонидовна, младший научный сотрудник, отдел физико-химических исследований, Центральная научно-исследовательская лаборатория, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России.

E-mail: belyaeva_k@pimunn.net; kseniia9594belyaeva@gmail.com
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1700-0846>

Диденко Наталья Владимировна, младший научный сотрудник, отдел физико-химических исследований, Центральная научно-исследовательская лаборатория, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6653-1267>

Загреков Валерий Иванович, доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник группы термической травмы, заведующий, отделение анестезиологии-реанимации, Университетская клиника, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8235-7705>

Пушкин Артем Сергеевич, врач анестезиолог-реаниматолог, отделение анестезиологии и реанимации (ожоговых отделений), отделение анестезиологии-реанимации, Университетская клиника, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7170-7885>

Еременко Александр Афанасьевич, врач анестезиолог-реаниматолог, заведующий, отделение ой оксигенации, Университетская клиника, ФГБОУ ВО «Приволжский ис-

следовательский медицинский университет» Минздрава России.

Соловьева Анна Геннадьевна, доктор биологических наук, заведующая, отдел физико-химических исследований, Центральная научно-исследовательская лаборатория, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6890-4530>

Вклад авторов. Все авторы подтверждают свое авторство в соответствии с международными критериями ICMJE (все авторы внесли значительный вклад в концепцию, дизайн исследования и подготовку статьи, прочитали и одобрили окончательный вариант до публикации). Наибольший вклад распределен следующим образом: Беляева К.Л. — верификация данных, анализ данных, проведение исследования, написание черновика рукописи, проверка и редактирование рукописи, программное обеспечение, визуализация; Диденко Н.В. — верификация данных, проведение исследования написание черновика рукописи, проверка и редактирование рукописи; Загреков И.В. — научное обоснование, методология, проведение исследования, обеспечение материалов для исследования, курация данных, проверка и редактирование рукописи, руководство проектом, идея работы и планирование эксперимента; Пушкин А.С. — верификация данных, анализ данных, проведение исследования, обеспечение материалов для исследования, курация данных, проверка и редактирование рукописи; Еременко А.А. — проведение исследования, обеспечение материалов для исследования,

проверка и редактирование рукописи, идея работы и планирование эксперимента, проведение сеансов ГБО; Соловьева А.Г. — научное обоснование, методология, проведение исследования, курация данных, проверка и редактирование рукописи, идея работы и планирование эксперимента.

Источники финансирования. Данное исследование не было поддержано никакими внешними источниками финансирования.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных или потенциальных конфликтов интересов, связанные с публикацией данной статьи.

Этическое утверждение. Авторы утверждают, что все процедуры, использованные в данной работе, соответствуют этическим стандартам учреждений, проводивших исследование, и соответствующим Основам законодательства Российской Федерации об охране здоровья граждан, а также Хельсинкской декларации в редакции 2013 г. Проведение исследований одобрено Комитетом по этике ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России (Протокол № 17 от 11.10.2019).

Доступ к данным. Данные, подтверждающие выводы этого исследования, можно получить по обоснованному запросу у корреспондирующего автора.

ADDITIONAL INFORMATION

Kseniia L. Belyaeva, Junior Researcher, Physical and Chemical Research Department, Central Research Laboratory, Privolzhsky Research Medical University.

E-mail: belyaeva_k@pimunn.net; kseniia9594belyaeva@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1700-0846>

Natalia V. Didenko, Junior Researcher, Physical and Chemical Research Department, Central Research Laboratory, Privolzhsky Research Medical University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6653-1267>

Valeriy I. Zagrekov, Dr.Sci. (Med.), Head of Anesthesiology and Resuscitation Department, University Clinic, Privolzhsky Research Medical University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8235-7705>

Artem S. Pushkin, Rheumatologist, Burn Injuries Department, University Clinic, Privolzhsky Research Medical University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7170-7885>

Alexander A. Yermenko, Rheumatologist, Head of Hyperbaric Oxygenation Department of the University Clinic, Privolzhsky Research Medical University.

Anna G. Soloveva, Dr.Sci. (Biol.), Head of Physical and Chemical Research Department of the Central Research Laboratory, Privolzhsky Research Medical University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6890-4530>

Author Contributions. All authors acknowledge authorship according to the ICMJE international criteria (all authors made significant contributions to the conception, study design and

preparation of the article, read and approved the final version before publication). Special contributions: Belyaeva K.L. — validation, formal analysis, investigation, writing — original draft, writing — review & editing, software, visualization; Didenko N.V. — validation, investigation, writing — original draft, writing — review & editing; Zagrekov V.I. — conceptualization, methodology, investigation, resources, data curation, writing — review & editing, project administration scientific idea, research design; Pushkin A.S. — validation, formal analysis, investigation, resources, data curation, writing — review & editing; Yermenko A.A. — investigation, resources, writing — review & editing, scientific idea, research design, conducting GBO sessions; Soloveva A.G. — conceptualization, methodology, investigation, data curation, writing — review & editing, scientific idea, research design.

Funding. This study was not supported by any external funding sources.

Disclosure. The authors declare no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Ethics Approval. The authors declare that all procedures used in this article are in accordance with the ethical standards of the institutions that conducted the study and are consistent with the 2013 Declaration of Helsinki. The study was approved by Ethics Committee of the Privolzhsky Research Medical University (Protocol No. 17 of 11.10.2019).

Data Access Statement. The data that support the findings of this study are available on reasonable request from the corresponding author.

Список литературы / References

1. Alyafi T., Al-Marzouki A.H., Al Hassani A.N. Therapeutic Outcome of Burn Patients Treated With Hyperbaric Oxygen. *Cureus*. 2021; 13(10): e18671. <https://doi.org/10.7759/cureus.18671>
2. Babu R.J., Babu M. Oxidative Stress in Major Thermal Burns: Its Implications and Significance. *Indian Journal of Burns*. 2018; 26(1): 38–43. https://doi.org/10.4103/ijb.ijb_37_17
3. Miyazaki H., Kinoshita M., Ono S., et al. Burn-Evoked Reactive Oxygen Species Immediately After Injury are Crucial to Restore the Neutrophil Function Against Postburn Infection in Mice. *Shock*. 2015; 44(3): 252–7. <https://doi.org/10.1097/SHK.0000000000000404>
4. Porter C., Tompkins R.G., Finnerty C.C., et al. The metabolic stress response to burn trauma: Current understanding and therapies. *Lancet*. 2016; 388(10052): 1417–26. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)31469-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31469-6)
5. Foncerrada G., Culnan D.M., Capek K.D., et al. Inhalation Injury in the Burned Patient. *Annals of Plastic Surgery*. 2018; 80(3): S98–S105. <https://doi.org/10.1097/SAP.0000000000001377>
6. Cejka C., Cejkova J. Oxidative Stress to the Cornea, Changes in Corneal Optical Properties, and Advances in Treatment of Corneal Oxidative Injuries. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2015; 2015(16): 1–10. <https://doi.org/10.1155/2015/591530>
7. Колесников А.В., Кирсанова И.В., Соколова А.И. и др. Окислительный стресс и методы его коррекции при ожогах роговицы (обзор). Саратовский научно-медицинский журнал. 2020; 16 (2): 459–63. [Kolesnikov A.V., Kirsanova I.V., Sokolova A.I., et al. Oxidative stress and methods of its correction in corneal burns (review). *Saratov Journal of Medical Scientific Research*. 2020; 16 (2): 459–63. (In Russ.)]
8. Глуткин А.В., Ковальчук В.И. Термический ожог кожи у детей раннего возраста (опыт эксперимента и клиники): монография. Гродно: ГрГМУ, 2016. 180 с. [Glutkin A.V., Koval'chuk V.I. Termicheskiy ozhog kozhi u detej rannego vozrasta (opyt eksperimenta i kliniki): monografiya. Grodno: GrGMU, 2016. 180 p. (In Russ.)]
9. Wu J., Jin Z., Zheng H., Yan L.J. Sources and implications of NADH/NAD(+) redox imbalance in diabetes and its complications. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity*. 2016; 9: 145–53. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S106087>

10. Xiao W, Loscalzo J. Metabolic Responses to Reductive Stress. *Antioxidants and Redox Signaling*. 2020; 32(18): 1330–47. <https://doi.org/10.1089/ars.2019.7803>
11. Луцкий М.А., Куксова Т.В., Смелянец М.А. и др. Свободно-радикальное окисление липидов и белков — универсальный процесс жизнедеятельности организма. *Успехи современного естествознания*. 2014; 12: 24–8. [Lutsky M.A., Kuksova T.V., Smelyanets M.A., et al. Lipid and Protein Free-radical Oxidation as a Universal Vital process of the Organism. *Advances in current natural sciences*. 2014; 12: 24–8. (In Russ.)]
12. Белова М.В., Ильяшенко К.К., Буркина И.А. и др. Влияние окислительного стресса на показатели гемореологии у больных с острыми отравлениями психофармакологическими средствами. *Общая реаниматология*. 2010; 6(4): 22–5. [Belova M.V., Ilyashenko K.K., Burykina I.A., et al. Impact of Oxidative Stress on Hemorheological Parameters in Patients with Acute Poisonings by Psychopharmacological Agents. *General Reanimatology*. 2010; 6(4): 22–5. (In Russ.)]
13. Mercel A., Tsihlis N.D., Maile R., et al. Emerging therapies for smoke inhalation injury: a review. *Journal of Translational Medicine*. 2020; 18(1): 141. <https://doi.org/10.1186/s12967-020-02300-4>
14. Roshangar L., Soleimani R.J., Kheirjou R., et al. Skin Burns: Review of Molecular Mechanisms and Therapeutic Approaches. *Wounds*. 2019; 31(12): 308–15.
15. Qin F.J., Hu X.H., Chen Z., et al. Protective effects of tiopronin against oxidative stress in severely burned patients. *Drug Design, Development and Therapy*. 2019; 13: 2827–32. <https://doi.org/10.2147/DDDT.S215927>
16. Nakajima M., Kojiro M., Aso S., et al. Effect of high-dose vitamin C therapy on severe burn patients: a nationwide cohort study. *Critical Care*. 2019; 23(1): 407. <https://doi.org/10.1186/s13054-019-2693-1>
17. Wu Z.S., Wu S.H., Lee S.S., et al. Dose-Dependent Effect of Hyperbaric Oxygen Treatment on Burn-Induced Neuropathic Pain in Rats. *International Journal of Molecular Sciences*. 2019; 20: 1951. <https://doi.org/10.3390/ijms20081951>
18. Bosco G., Vezzani G., Mrakic S.S., et al. Hyperbaric oxygen therapy ameliorates osteonecrosis in patients by modulating inflammation and oxidative stress. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*. 2018; 33(1): 1501–5. <https://doi.org/10.1080/14756366.2018.1485149>
19. De Wolde S.D., Hulskes R.H., Weenink R.P., et al. The Effects of Hyperbaric Oxygenation on Oxidative Stress, Inflammation and Angiogenesis. *Biomolecules*. 2021; 11(8): 1210. <https://doi.org/10.3390/biom11081210>
20. Hatibie M.J., Islam A.A., Hatta M., et al. Hyperbaric Oxygen Therapy for Second-Degree Burn Healing: an Experimental Study in Rabbits. *Advances in Skin and Wound Care*. 2019; 32(3): 1–4. <https://doi.org/10.1097/01.ASW.0000553110.78375.7b>
21. Dryden M. Reactive oxygen therapy: a novel therapy in soft tissue infection. *Current Opinion in Infectious Diseases*. 2017; 30(2): 143–9. <https://doi.org/10.1097/QCO.0000000000000350>
22. Edwards M., Cooper J.S. Hyperbaric Treatment of Thermal Burns. In: *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; February 27, 2023.
23. Mihara M., Uchiyama M., Fukuzawa K. Thiobarbituric acid value on fresh homogenate of rat as a parameter of lipid peroxidation in aging, CCl4 intoxication, and vitamin E deficiency. *Biochemical Medicine*. 1980; 23(3): 302–11. [https://doi.org/10.1016/0006-2944\(80\)90040-x](https://doi.org/10.1016/0006-2944(80)90040-x)
24. Сирота Т.В. Новый подход в исследовании реакции автоокисления адреналина: возможность полярографического определения активности супероксиддисмутазы и антиоксидантных свойств различных препаратов. *Биомедицинская химия*, 2012; 58(1): 77–87. <https://doi.org/10.18097/PBMC20125801077> [Sirota T.V. A Novel Approach to Study The Reaction of Adrenaline Autooxidation: A Possibility For Polarographic Determination of Superoxide Dismutase Activity and Antioxidant Properties of Various Preparations. *Biochemistry (Moscow), Supplement Series B: Biomedical Chemistry*. 2011; 5(3): 253–259. <https://doi.org/10.18097/PBMC20125801077> (In Russ.)]
25. Kalb V.F.Jr., Bernlohr R.W. A new spectrophotometric assay for protein in cell extracts. *Anal Biochem*. 1977; 82(2): 362–71. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(77\)90173-7](https://doi.org/10.1016/0003-2697(77)90173-7)
26. Новиков В.Е., Левченкова О.С., Пожилова Е.В. Роль активных форм кислорода в физиологии и патологии клетки и их фармакологическая регуляция. *Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии*. 2014; 12(4): 13–21. <https://doi.org/10.17816/RCF12413-21> [Novikov V.E., Levchenkova O.S., Pozhilova Y.V. Role of reactive oxygen species in cell physiology and pathology and their pharmacological regulation. *Reviews on Clinical Pharmacology and Drug Therapy*. 2014; 12(4): 13–21. <https://doi.org/10.17816/RCF12413-21> (In Russ.)]
27. Hu D., Klann E., Thiels E. Superoxide dismutase and hippocampal function: age and isozyme matter. *Antioxidants and Redox Signaling*. 2007; 9(2): 201–10. <https://doi.org/10.1089/ars.2007.9.201>
28. Ma W.X., Li C.Y., Tao R., et al. Reductive Stress-Induced Mitochondrial Dysfunction and Cardiomyopathy. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2020; 2020: 5136957. <https://doi.org/10.1155/2020/5136957>

Сердечно-сосудистые эффекты курсового нейробиоуправления при различных стратегиях спортивной адаптации: открытое контролируемое исследование

 Лунина Н.В.^{1,2,*},  Корягина Ю.В.²,  Ефименко Н.В.²,  Тер-Акопов Г.Н.²,  Нопин С.В.²,  Ахкубекова Н.К.²,  Уханова О.П.²

¹ ФГБОУ ВО «Российский университет спорта «ГЦОЛИФК» (РУС «ГЦОЛИФК»), Москва, Россия

² ФГБУ «Северо-Кавказский Федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства», Ессентуки, Россия

РЕЗЮМЕ

ВВЕДЕНИЕ. Нейробиоуправление эффективно применяется в клинической практике. Сердечно-сосудистые эффекты (ССЭ) при различных стратегиях спортивной адаптации в курсовом нейробиоуправлении по β -ритму головного мозга малоизучены.

ЦЕЛЬ. Оценить ССЭ курсового нейробиоуправления при различных стратегиях спортивной адаптации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. В открытом контролируемом исследовании обследовано 1020 мужчин (18–21 год) в подготовительный тренировочный период. Выделены группы по видам спорта и стратегии спортивной адаптации: 1 — циклические ($n = 387$); 2 — скоростно-силовые ($n = 255$); 3 — единоборцы ($n = 31$); 4 — игровые ($n = 173$); 5 — сложно-координационные ($n = 174$). ССЭ оценивались на 10-м сеансе нейробиоуправления по β -ритму на АПК «БОСЛАБ» (Россия) при открытых глазах и мышечном расслаблении. Электроэнцефалографические электроды накладывали биполярно в Cz-Fz. Сессии сеанса: графическая (10 минут), игровая (16 минут), где повышали и удерживали уровень β -ритма с биологической обратной связью (БОС). Исследовались показатели: системного давления; сердечной деятельности; периферических сосудов; функциональных изменений сердечно-сосудистой системы (ССС).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. Наряду с повышением внимания в 10-м сеансе выявлены позитивные ССЭ в 1, 3, 4 и 5-й группах с экономизацией деятельности ССС, регламентированные стратегией спортивной адаптации. В 1-й группе ССЭ — как желательный вариант реагирования. Во 2-й группе — неоднозначные гетерохронные ССЭ, с положительной динамикой системного давления и снижением сердечной деятельности, показателей периферических сосудов, индекса сердечно-сосудистого регулирования. Данные эффекты, преимущественно в силовых видах спорта, обусловлены стратегией долговременной спортивной адаптации, сопряженной с явлениями гипоксии и неполным восстановлением затраченных ресурсов организма, создавая феномен незавершенной адаптации. Его манифестация связана с освоением навыка управления β -ритмом, отличного по роду выполнения от занятий со сформированной адаптационной стратегией в процессе многолетней тренировки. К 10-му сеансу в 3-й группе изменения в функционировании мозговых структур сформировали ССЭ, вовлекающие механизмы, поддерживающие системное давление, расцениваемые как оптимальные. В 4-й и 5-й группах оптимизирована деятельность мозговых структур и ССС.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Позитивные ССЭ в группах с различной стратегией спортивной адаптации отразили целесообразность курсового применения БОС-тренинга по β -ритму. Неоднозначные ССЭ в группах скоростно-силовых видов спорта изучаются для модификации технологии нейробиоуправления.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: нейробиоуправление, БОС-тренинг, β -ритм головного мозга, спортсмены, сердечно-сосудистая система.

Для цитирования / For citation: Лунина Н.В., Корягина Ю.В., Ефименко Н.В., Тер-Акопов Г.Н., Нопин С.В., Ахкубекова Н.К., Уханова О.П. Сердечно-сосудистые эффекты курсового нейробиоуправления при различных стратегиях спортивной адаптации: открытое контролируемое исследование. Вестник восстановительной медицины. 2024; 23(1):23-29. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-1-23-29> [Lunina N.V., Koryagina Yu.V., Efimenko N.V., Ter-Akopov G.N., Nopin S.V., Akhkubekova N.K., Ukhanova O.P. Cardiovascular Effects of Neurofeedback Course in Various Sports Adaptation Strategies: an Open Controlled Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(1):23-29. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-1-23-29> (In Russ.)]

* **Для корреспонденции:** Корягина Юлия Владиславовна, E-mail: nauka@skfmba.ru

Статья получена: 18.10.2023
Статья принята к печати: 28.12.2023
Статья опубликована: 15.02.2024

Cardiovascular Effects of Neurofeedback Course in Various Sports Adaptation Strategies: an Open Controlled Study

 Natalya V. Lunina^{1,2,*},  Yulia V. Koryagina²,  Nataliya V. Efimenko²,  Gukas N. Ter-Akopov²,
 Sergey V. Nopin²,  Nelly K. Akhkubekova²,  Olga P. Ukhanova²

¹ Russian University of Sports "GTSOLIFK" (RUS "GTSOLIFK"), Moscow, Russia

² North Caucasian Federal Research-Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, Russia

ABSTRACT

INTRODUCTION. Neurofeedback is effectively applied in clinical practice. Cardiovascular effects (CVEs) from different sports adaptation strategies in course-based β -rhythm neurofeedback are under-studied.

AIM. To evaluate the CVEs of the neurofeedback course under different sports adaptation strategies.

MATERIALS AND METHODS. The study included 1020 men (18–21 years) during the preparatory training period. Following groups were formed: 1 — cyclic sports ($n = 387$); 2 — speed-strength sports ($n = 255$); 3 — single combat ($n = 31$); 4 — team sports ($n = 173$); 5 — complex coordination sports ($n = 174$). The CVEs were assessed with the BOSLAB complex (Russia), with eyes open and muscles relaxed. EEG electrodes were applied bipolarly (Cz-Fz). Session types: graphic (10 minutes), game (16 minutes), where the β -rhythm level was increased and maintained. Indices of systemic pressure, cardiac activity; peripheral vessels, functional changes of the cardiovascular system (CVS) were also examined.

RESULTS AND DISCUSSION. Along with improved attention, the 10th session revealed positive CVEs in the 1st, 3rd, 4th and 5th groups with CVS economization. 1st group: CVEs are a desirable response option. 2nd group: ambiguous heterochronic CVEs, with improved systemic pressure and reduced cardiac activity, indices of peripheral vessels, cardiovascular regulation index. These effects, mainly in strength sports, are caused by the long-term sports adaptation strategy, associated with hypoxia and incomplete recovery of the spent resources, causing incomplete adaptation. It is associated with mastering the β -rhythm control skill, different in the nature from the activities with the formed adaptation strategy in the long-term training process. 3rd group (10th session): changes in the brain structure (BS) function formed CVEs involving mechanisms maintaining systemic pressure, regarded as optimal. 4th and 5th groups: optimized BS and CVEs activities.

CONCLUSION. The positive CVEs demonstrated expediency of the β -rhythm neurofeedback course. Ambiguous CVEs in groups of speed-strength sports are studied for neurofeedback technology modification.

KEYWORDS: neurofeedback, biofeedback training, β -rhythm of the brain, athletes, cardiovascular system, brain structures, restorative effects.

For citation: Lunina N.V., Koryagina Yu.V., Efimenko N.V., Ter-Akopov G.N., Nopin S.V., Akhkubekova N.K., Ukhanova O.P. Cardiovascular Effects of the Neurofeedback Course in Various Sports Adaptation Strategies: an Open Controlled Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(1):23–29. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-1-23-29> (In Russ.).

* **For correspondence:** Yuliya V. Koryagina, E-mail: nauka@skfmmba.ru

Received: 18.10.2023

Accepted: 28.12.2023

Published: 15.02.2024

ВВЕДЕНИЕ

Нейробиоуправление — технология, основанная на принципах биологической обратной связи (БОС) по электроэнцефалографическим (ЭЭГ) параметрам, эффективно применяется во многих отраслях медицины [1–3], педагогики [4] и в спорте [5–9]. Перспективы применения нейробиоуправления по ритмам головного мозга в восстановительной и спортивной медицине связывают с неинвазивным и нефармакологическим воздействием на организм спортсменов, вызывающим изменения функционального состояния по управляемым параметрам и функциям организма [2, 5–9]. Эффекты воздействия различных факторов на организм спортсменов наиболее полно отражают функционирование сердечно-сосудистой системы (ССС), являющейся одной из основных систем, лимитирующих работоспособность спортсменов [7–13]. Информация о состоянии ССС в ходе курса нейробиоуправления различной продолжительности и направленности дает представление о возможностях его применения у спортсменов различ-

ных видов спорта с целью оптимизации работоспособности и ускорения процессов восстановления.

ЦЕЛЬ

Оценить влияние курса нейробиоуправления по β -ритму головного мозга на состояние сердечно-сосудистой системы у мужчин-спортсменов с различными стратегиями адаптации к физической деятельности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работа выполнена на базах НИИ Деятельности в экстремальных условиях СибГУФК (г. Омск), ОмГУ им. Ф.М. Достоевского (г. Омск), СибАДИ (г. Омск), РГУФКСМиТ (г. Москва), ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России (г. Эссентуки). Все участники дали информированное добровольное согласие на участие в исследовании в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации (WMA Declaration of Helsinki — Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects, 2013). Исследование одобрено решением

локального этического комитета ФГБУ СКФНЦ ФМБА России (протокол № 1 от 10.02.2022).

Критерии включения: мужчины, занимающиеся различными видами деятельности (циклическими, ациклическими, игровыми видами спорта); возраст — 18–21 год; подготовительный период тренировочного макроцикла; добровольное согласие на участие в исследовании. Критерии невключения: женщины; лица, не занимающиеся спортивной деятельностью; лица младше 18 лет и старше 21 года. Критерии исключения: отказ от участия в исследовании.

Исследования проведены с участием 1020 спортсменов мужского пола. В зависимости от стратегии адаптации к физической деятельности участники исследования распределены на 5 групп: 1-я группа — спортсмены циклических видов спорта ($n = 387$); 2-я группа — спортсмены скоростно-силовых видов спорта ($n = 255$); 3-я группа — спортсмены-единоборцы ($n = 31$); 4-я группа — спортсмены игровых видов спорта ($n = 173$); 5-я группа — спортсмены сложно-координационных видов спорта ($n = 174$). Всем спортсменам проведен курс нейробиоуправления по β -ритму головного мозга, состоящий из 10 сеансов.

Методика нейробиоуправления по β -ритму головного мозга. Продолжительность сеанса составила 26 минут в условиях активного бодрствования, при открытых глазах и произвольном расслаблении мышц; структура сеанса состояла из двух сессий: графической (10 минут) и игровой (16 минут). ЭЭГ-сигналы регистрировались от электродов при центральном биполярном отведении в точках Fz-Cz, индифферентный электрод крепился к мочке уха. Мышечный тонус регистрировался и контролировался от двух миографических датчиков, прикрепленных в области лба (ПАК «БОСЛАБ», Институт молекулярной биологии и биофизики СО РАНН, Новосибирск, Россия).

Методы исследования. Функциональное состояние ССС оценивалось до и после 10-го сеанса БОС-тренинга по β -ритму головного мозга. Запись показателей производилась на протяжении не менее 5 минут (ПАК «Поли-Спектр», «Нейрософт», Иваново, Россия).

Статистический анализ. Полученные данные обработаны с использованием пакета анализа Statistica 13, нормальность распределения определяли по критерию Шапиро — Уилка, достоверность межгрупповых различий оценивали по t-критерию Стьюдента (для параметрических значений) и t-критерию Вилкоксона (для непараметрических значений). Существенными считали различия при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе сеанса спортсменам давалось задание поиска стратегии подъема и удержания β -ритма головного мозга, транслируемого от ЭЭГ-датчиков на монитор компьютера, при соблюдении условия произвольного мышечного расслабления. Пороговые значения устанавливались таким образом, чтобы они достигали не менее 30 % флюктуаций β -ритма. Успешность результата подкреплялась аудиальной и визуальной обратной связью.

Исследуемые показатели ССС в группах спортсменов на 10-м сеансе БОС-тренинга по β -ритму головного мозга оценивались по блокам показателей, отраженных в рис. 1.

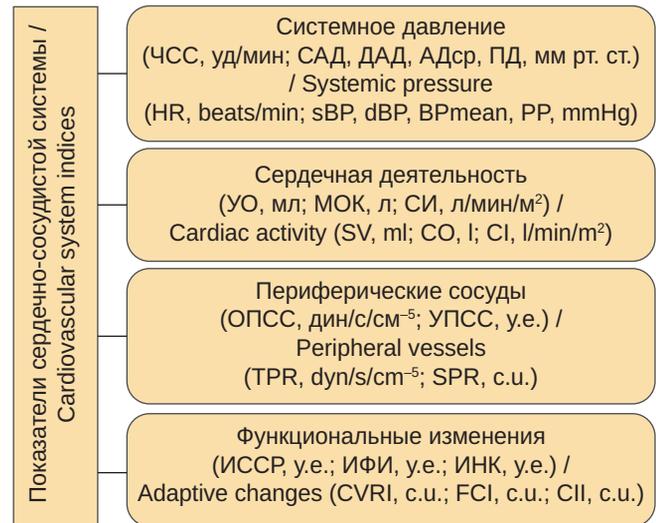


Рис. 1. Дизайн исследования

Fig. 1. Design of the study

Примечание: АДср — среднее артериальное давление; ДАД — диастолическое артериальное давление; ИНК — индекс недостаточности кровообращения; ИССР — индекс сердечно-сосудистого реагирования; ИФИ — индекс функциональных изменений; МОК — минутный объем кровообращения; ОПСС — общее периферическое сопротивление сосудов; ПД — пульсовое давление; САД — систолическое артериальное давление; СИ — сердечный индекс; УО — ударный объем кровообращения; УПСС — удельное периферическое сопротивление сосудов; ЧСС — частота сердечных сокращений.

Note: ACI — adaptive changes index; BPmean — mean blood pressure; CI — cardiac index; CII — circulatory insufficiency index; CO — cardiac output; CVRI — cardiovascular response index; DBP — diastolic blood pressure; HR — heart rate; PP — pulse pressure; SBP — systolic blood pressure; SPR — specific peripheral resistance; SV — stroke volume; TPR — total peripheral resistance.

Показатели системного давления во всех группах спортсменов на 10-м сеансе БОС-тренинга по β -ритму головного мозга преимущественно имеют тенденцию к снижению (табл. 1).

В группе спортсменов циклических видов спорта (1-я группа) отмечается снижение показателей ($p > 0,05$) частоты сердечных сокращений (ЧСС) на 5 %, систолического артериального давления (САД) — на 1 %, диастолического артериального давления (ДАД) — на 5 %, среднего артериального давления (АДср) — на 3 % при подъеме пульсового давления (ПД) на 4 %. Данная тенденция изменения показателей ССС рассматривается как желательный вариант физиологической реакции. У спортсменов скоростно-силовых видов спорта (2-я группа) ЧСС снижается на 12 %, отмечаются нехарактерные для вида спорта исходные значения САД — $125,6 \pm 13,29$ мм рт. ст. с последующим их снижением на 5 % до нормированных значе-

ний при подъеме ДАД на 4 %, стабилизации значений АДср и снижении показателя ПД на 16 % ($p < 0,05$). Наблюдаемые неоднозначные гетерохронные изменения в функционировании ССС могут быть обусловлены сформированной стратегией при неполной и незавершенной адаптации к физической нагрузке, выполняемой в гипоксических условиях, характерной для представителей скоростно-силовых видов спорта. Эта особенность отразилась в стратегии выполнения поставленных ментальных задач в ходе БОС-тренинга по β -ритму головного мозга, выполнение которых идет за счет усиления церебрального кровотока, обеспечиваемого функционированием ССС, что позволяет предположить перенос стратегии адаптации к физическим нагрузкам на выполнение ментальных задач, реализуемых мозговыми структурами в условиях «рабочей» гипоксии.

В группе спортсменов-единоборцев (3-я группа) отмечается наибольшее число значимых изменений показателей системного давления со снижением значений ЧСС на 23 %, ДАД — на 8 %, АДср — на 6 % ($p < 0,05$) при снижении САД на 4 % и стабилизации ПД. Функциональные изменения ССС, вызванные изменением функционирования мозговых структур на 10-м сеансе БОС-тренинга по β -ритму головного мозга, в данной группе спортсменов происходят за счет во-

влечения механизмов, поддерживающих системное давление, и являются оптимальным вариантом реакции организма. Для спортсменов игровых (4-я группа) видов спорта нехарактерным является повышенное исходное значение САД до $123,7 \pm 13,08$ мм рт. ст., снижающееся в последующем на 3 % до диапазона нормированных значений при однонаправленном снижении остальных показателей: ЧСС — на 8 %, ДАД — на 2 %, АДср. — на 3 %, ПД — на 5 %. У спортсменов сложно-координационных видов спорта (5-я группа) отмечена тенденция снижения показателей системного давления: ЧСС — на 6 %, САД — на 1 %, ДАД — на 3 %, АДср — на 2 % при повышении ПД на 2 %.

По показателям сердечной деятельности (ударного объема сердца, минутного объема кровообращения (МОК), сердечного индекса (СИ)) достоверных изменений после 10-го сеанса БОС-тренинга по β -ритму головного мозга в 1-й группе спортсменов не отмечено. У спортсменов скоростно-силовых (2-я группа) видов спорта наблюдается снижение показателей ударного объема, МОК и СИ на 8, 20 и 19 % соответственно ($p < 0,05$). У спортсменов-единоборцев (3-я группа) МОК снизился на 18 % ($p < 0,05$). Кроме того, во 2-й и 3-й группах спортсменов отмечается экономизация регуляции функционирования ССС по сдвигу значений СИ из эукинетического типа кровообраще-

Таблица 1. Динамика показателей системного давления на 10-м сеансе БОС-тренинга по β -ритму головного мозга в группах спортсменов с различным характером спортивной деятельности

Table 1. Dynamics of the systemic pressure indices during the 10th session of the β -rhythm biofeedback training in groups of athletes of different sports

Показатели / Indicators	Группы спортсменов / Athlete groups					
	1-я группа / Group 1	2-я группа / Group 2	3-я группа / Group 3	4-я группа / Group 4	5-я группа / Group 5	
ЧСС, уд/мин / HR, beats/min	1	65,9 ± 5,84	68,6 ± 17,41	75,0 ± 2,05	65,6 ± 12,49	67,7 ± 9,38
	2	62,8 ± 6,60	60,8 ± 6,25	59,5 ± 2,12*	60,7 ± 8,09	63,6 ± 6,83
САД, мм рт. ст. / sBP, mmHg	1	114,1 ± 6,09	125,6 ± 13,29	117,5 ± 3,54	123,7 ± 13,08	112,9 ± 4,83
	2	112,7 ± 8,44	119,4 ± 11,13	112,5 ± 3,54	119,4 ± 12,99	111,9 ± 5,26
ДАД, мм рт. ст. / dBP, mmHg	1	68,1 ± 7,22	65,2 ± 7,63	72,5 ± 3,54	68,1 ± 7,25	68,7 ± 6,01
	2	64,8 ± 6,15	68,0 ± 5,83	67,0 ± 1,41*	66,7 ± 8,62	66,7 ± 5,30
АДср., мм рт. ст. / BPmean, mmHg	1	83,4 ± 6,22	85,3 ± 7,86	87,5 ± 3,54	86,6 ± 6,76	83,4 ± 5,15
	2	80,8 ± 4,95	85,1 ± 6,26	82,2 ± 0,24*	84,3 ± 8,86	81,8 ± 4,03
ПД, мм рт. ст. / PP, mmHg	1	46,0 ± 6,16	60,4 ± 12,73	45,0 ± 3,08	55,6 ± 14,46	44,3 ± 4,86
	2	47,8 ± 10,49	51,4 ± 10,57*	45,5 ± 4,95	52,8 ± 11,07	45,3 ± 7,25

Примечание: 1 — фон; 2 — нагрузка; 1-я группа — спортсмены циклических видов спорта; 2-я группа — спортсмены скоростно-силовых видов спорта; 3-я группа — спортсмены-единоборцы; 4-я группа — спортсмены игровых видов спорта; 5-я группа — спортсмены сложно-координационных видов спорта; * — достоверные различия показателя до и после сеанса, $p < 0,05$.

Note: 1 — background; 2 — load; Group 1 — athletes of cyclic sports; Group 2 — athletes of speed-strength sports; Group 3 — single combat athletes; Group 4 — athletes of team sports; Group 5 — athletes of complex coordination sports; * — significant differences in the indicator before and after the session, $p < 0,05$.

ния (ЭТК) до гипокинетического (ГпТК): во 2-й группе ($p < 0,05$) — с $3,0 \pm 0,73$ до $2,4 \pm 0,26$ л/мин/м², в 3-й группе — с $2,9 \pm 0,53$ до $2,4 \pm 0,38$ л/мин/м². В остальных группах спортсменов (4-я и 5-я группы) изменений не выявлено.

Показатели периферических сосудов на 10-м сеансе БОС-тренинга по β -ритму головного мозга достоверно ($p < 0,05$) изменяются только у спортсменов скоростно-силовых видов спорта (2-я группа): возрастают значения общего периферического сопротивления сосудов — с $1310,2 \pm 323,10$ до $1520,2 \pm 208,72$ дин/с/см⁻⁵, удельного периферического сопротивления сосудов — с $30,2 \pm 7,19$ до $35,1 \pm 4,50$ у.е., что указывает на состояние напряжения периферического сосудистого русла. Данные изменения могут быть обусловлены особенностями стратегии долговременной адаптации к физической деятельности, выполнение которой у спортсменов данной группы, особенно у представителей силовых видов спорта, сопряжено с явлениями гипоксии и недовосстановлением затраченных ресурсов организма [14–16], создавая феномен неполной [17] или незавершенной [18] адаптации. В остальных группах спортсменов (1, 3, 4 и 5-я группы) достоверных изменений изучаемых показателей не выявлено.

Достоверные сдвиги показателей функциональных изменений ССС на 10-м сеансе ($p < 0,05$) в 1-й группе спортсменов (циклические виды спорта) отмечаются по повышению значений индекса функциональных изменений на 4 %. У спортсменов скоростно-силовых видов спорта (2-я группа) на 15 % повышаются значения индекса сердечно-сосудистой регуляции ($p < 0,05$), что согласуется с данными, представленными выше о напряжении в регуляции ССС при обеспечении высокого уровня внимания и психической работоспособности в процессе выполнения ментальных задач. У спор-

тсменов-единоборцев (3-я группа) индекс недостаточности кровообращения увеличился на 9,5 % ($p < 0,05$), указывая на напряжение в функционировании ССС, связанного с активизацией процессов, обеспечивающих психическую работоспособность, реализуемую с вовлечением механизмов, поддерживающих системное давление. В остальных группах спортсменов (4-я, 5-я группы) достоверных изменений изучаемых показателей не выявлено.

Результаты, полученные в ходе данного исследования, свидетельствуют о расширенных коррекционно-терапевтических возможностях нейробиоуправления, раскрывая потенциальные перспективы не только оптимизации функционального состояния спортсменов, но и процессов восстановления и повышения работоспособности спортсменов альтернативной фармакологической коррекции, что отвечает запросам современной спортивной медицины, теории и практики спорта.

Вместе с тем применение нейробиоуправления по β -ритму в практике спортивной медицины требует дополнительного детального изучения особенностей и разработки индивидуальных методик в зависимости от вида спортивной деятельности, особенностей регулирования сердечной деятельности и др.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, наряду с известными эффектами биоуправления по β -ритму головного мозга, связанными с улучшением функций внимания, у спортсменов отмечается положительная динамика в повышении эффективности и экономизации деятельности организма при выполнении ментальных задач, что определяется особенностями стратегии адаптации к физической (спортивной) нагрузке.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Лунина Наталья Владимировна, кандидат биологических наук, доцент кафедры физической реабилитации, массажа и оздоровительной физической культуры им. И.М. Саркизова-Серазини РУС «ГЦОЛИФК»; старший научный сотрудник Центра медико-биологических технологий ФГБУ «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства».

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1782-3217>

Корягина Юлия Владиславовна, доктор биологических наук, профессор, руководитель Центра медико-биологических технологий ФГБУ «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства».

E-mail: nauka@skfmba.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5468-0636>

Ефименко Наталья Викторовна, доктор медицинских наук, профессор, заместитель генерального директора по научной работе — руководитель Пятигорского НИИ курортологии филиала «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства».

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8854-9916>

Тер-Акопов Гукас Николаевич, кандидат экономических наук, генеральный директор ФГБУ «Северо-Кавказский

федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства».

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7432-8987>

Нопин Сергей Викторович, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник центра медико-биологических технологий ФГБУ «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства».

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9406-4504>

Ахкубекова Нелли Катмурзаевна, доктор медицинских наук, врач-эндокринолог Пятигорской клиники ФГБУ «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства».

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7881-7916>

Уханова Ольга Петровна, доктор медицинских наук, заведующая отделением, врач — аллерголог-иммунолог центра аллергологии, астмы и клинической иммунологии ФГБУ «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства».

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4257-0410>

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: Лунина Н.В. — проведение исследования; анализ данных; написание черновика рукописи; Корягина Ю.В. — научное обоснование; методология; проверка и редактирование рукописи; Ефименко Н.В. — курирование проекта; проверка и редактирование рукописи; Тер-Акопов Г.Н. — руководство проектом; Нопин С.В. — статистический анализ данных; Ахкубекова Н.К. — анализ данных; Уханова О.П. — анализ данных.

Источник финансирования. Данное исследование не было поддержано никакими внешними источниками финансирования.

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

Этическое утверждение. Авторы заявляют, что все процедуры, использованные в данной статье, соответствуют этическим стандартам учреждений, проводивших исследование, и соответствуют Хельсинкской декларации в редакции 2013 г. Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России (протокол № 1 от 10.02.2022).

Доступ к данным. Данные, подтверждающие выводы этого исследования, можно получить по обоснованному запросу у корреспондирующего автора.

ADDITIONAL INFORMATION

Natalya V. Lunina, Ph.D. (Biol.), Associate Professor, Department of Physical Rehabilitation, Massage and Recreational Physical Education named after I.M. Sarkizov-Serazini, Russian University of Sport "GTSOLIFK"; Senior Researcher of the Center for biomedical technologies, North Caucasian Federal Research-Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1782-3217>

Yulia V. Koryagina, Dr.Sci. (Biol.), Professor, Head, Center for Biomedical Technologies, North Caucasian Federal Research-Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency. E-mail: nauka@skfmba.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5468-0636>

Nataliya V. Efimenko, Dr.Sci. (Med.), Professor, Deputy for Academic Affairs, Head of the Pyatigorsk Scientific-Research Center of Balneology, North Caucasian Federal Research-Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8854-9916>

Gukas N. Ter-Akopov, Ph.D. (Econ.), General Director, North Caucasian Federal Research-Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7432-8987>

Sergey V. Nopin, Dr.Sci. (Technical Sciences), Leading Researcher at the Center for Medical and Biological Technologies of the North Caucasian Federal Research-Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9406-4504>

Nelly K. Akhkubekova, Dr.Sci. (Med.), Endocrinologist, Pyatigorsk Clinic, North Caucasian Federal Research-Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7881-7916>

Olga P. Ukhanova, Dr.Sci. (Med.), Head of the Department — Allergist Immunologist, Center for Allergology, Asthma and Clinical Immunology, North Caucasian Federal Research-Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4257-0410>

Author Contributions. All authors confirm their authorship according to the international ICMJE criteria (all authors contributed significantly to the conception, study design and preparation of the article, read and approved the final version before publication). Special contribution: Lunina N.V. — investigation; formal analysis; writing — original draft; Koryagina Yu.V. — conceptualization; methodology; writing — review & editing; Efimenko N.V. — supervision; writing — review & editing; Ter-Akopov G.N. — project administration; Nopin S.V. — statistical data analysis; Akhkubekova N.K. — data analysis; Ukhanova O.P. — data analysis.

Funding. This study was not supported by any external funding sources.

Disclosure. The authors declare no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Ethics Approval. The authors declare that all procedures used in this article meet the ethical standards of the institutions that conducted the study and comply with the Declaration of Helsinki as revised in 2013. The study was approved by the local ethics committee of the FSBI "North Caucasian Federal Research-Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency", Essentuki, Russia (Protocol No. 1 dated February 10, 2022).

Data Access Statement. The data that support the findings of this study are available on reasonable request from the corresponding author.

Список литературы / References

- Штарк М.Б., Скок А.Б. Применение электроэнцефалографического биофидбека в клинической практике (литературный обзор). Биоуправление 3. Теория и практика. 1998: 130–41. [Shtark M.B., Skok A.B. Primenenie elektroencefalograficheskogo biofdbeka v klinicheskoy praktike (literaturnyj obzor). Bioupravlenie 3. Teoriya i praktika; 1998: 130–41. (In Russ..)]
- Демин Д.Б., Поскотинова Л.В. Физиологические основы методов функционального биоуправления. Экология человека. 2014; 21(9): 48–59. <https://doi.org/10.17816/humeco17208> [Demin D.B., Poskotinova L.V. Physiological basis of the functional biofeedback methods. Ekologiya cheloveka (Human Ecology). 2014; 21(9): 48–59. <https://doi.org/10.17816/humeco17208> (In Russ..)]
- Giggins O.M., Persson U.M., Caulfield B. Biofeedback in rehabilitation. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation. 2013; 10: 60. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-10-60>
- Jamil N., Belkacem A.N., Benjelifa E. A Brain. Computer Interface Approach for Improving Pedagogical Practices in Virtual Learning: A Conceptual Framework. Proceedings of 2022 IEEE Learning with MOCS (LWMOCS). Guatemala; 2022: 72–7. <https://doi.org/10.1109/LWMOCS53067.2022.9927791>
- Moleiro M.A., Sid F.V. Effects of biofeedback training on voluntary heart rate control during dynamic exercise. Applied Psychophysiology and Biofeedback. 2001; 26: 279–92. <https://doi.org/10.1023/A:1013149703402>

6. Лунина Н.В., Корягина Ю.В. Воздействие БОС-тренинга на когнитивные функции спортсменов. Современные вопросы биомедицины. 2022; 6(4). https://doi.org/10.51871/2588-0500_2022_06_04_30 [Lunina N.V., Koryagina Yu.V. Impact of biofeedback training on cognitive functions of athletes. *Modern Issues of Biomedicine*. 2022; 6(4). https://doi.org/10.51871/2588-0500_2022_06_04_30 (In Russ.).]
7. Лунина Н.В., Корягина Ю.В. Влияние БОС-тренинга по бета-ритму головного мозга на уровень тревожности и эндогенную оценку времени спортсменами. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2022; 99(6–2): 44–9. <https://doi.org/10.17116/kurort20229906244> [Lunina N.V., Koryagina Yu.V. Influence of biofeedback training on beta rhythm of the brain on the level of anxiety and endogenous time estimation of athletes. *Problems of Balneology, Physiotherapy and Exercise Therapy*. 2022; 99(6–2): 44–9. <https://doi.org/10.17116/kurort20229906244> (In Russ.).]
8. Лунина Н.В., Корягина Ю.В. Кумулятивное влияние курса нейробиоуправления по бета-ритму на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы спортсменов. Современные вопросы биомедицины. 2022; 6(2). https://doi.org/10.51871/2588-0500_2022_06_02_28 [Lunina N.V., Koryagina Yu.V. Cumulative effect of the beta rhythm neurobiofeedback course on the functional state of the cardiovascular system of athletes. *Modern Issues of Biomedicine*. 2022; 6(2). https://doi.org/10.51871/2588-0500_2022_06_02_28 (In Russ.).]
9. Лунина Н.В. Особенности срочной адаптации системы кровообращения спортсменов с различным вегетативным статусом в процессе нейробиоуправления. Современные вопросы биомедицины. 2021; 5 (4). https://doi.org/10.51871/2588-0500_2021_05_04_19 [Lunina N.V. Features of urgent adaptation of the blood circulation system to the neurofeedback session in athletes with various vegetative cardiac activities. *Modern Issues of Biomedicine*. 2021; 5(4). https://doi.org/10.51871/2588-0500_2021_05_04_19 (In Russ.).]
10. Lagos L., Vaschillo E.G., Vaschillo B., et. al. Heart rate variability biofeedback as a strategy for combating competitive anxiety: a case study. *Biofeedback*. 2008; 36 (3): 109–15.
11. Dupree M. Exploring a bioneurofeedback training intervention to enhance psychological skills & performance in sport [dissertation]. Canada: University of Ottawa; 2008. <http://dx.doi.org/10.20381/ruor-12196>
12. Pagaduan D.S. Neuromuscular, cardiovascular and cortical responses to heart rate variability with biofeedback [dissertation]. University of Tasmania, 2021.
13. Белоцерковский З.Б., Любина Б.Г. Сердечная деятельность и функциональная подготовленность у спортсменов. М.: Советский спорт, 2012. 548 с. [Belocerkovskij Z.B., Lyubina B.G. *Serdechnaya deyatelnost' i funkcional'naya podgotovlennost' u sportsmenov*. М.: Sovetskij sport, 2012. 548 p. (In Russ.).]
14. Joyner M.J., Dominelli P.B. The central cardiovascular system limits aerobic exercise capacity. *Experimental physiology*. 2021; 106: 2299–303. <https://doi.org/10.1113/EP088187>
15. Корягина Ю.В. Хронологические основы спортивной деятельности. Омск: Изд-во СибГУФК, 2008. 227 с. [Koryagina Yu.V. *Hronologicheskie osnovy sportivnoj deyatelnosti*. Омск: Izdatel'stvo SibGUFK, 2008. 227 p. (In Russ.).]
16. Воробьев А.Н. Тренировка. Работоспособность. Реабилитация. М.: Физкультура и спорт, 1989. 272 с. [Vorob'ev A.N. *Trenirovka. Rabotosposobnost'. Reabilitacija*. М.: Fizkul'tura i sport, 1989. 272 p. (In Russ.).]
17. Медведев В.И. Адаптация. СПб.: Институт мозга человека РАН, 2003. 584 с. [Medvedev V.I. *Adaptacija*. SPb.: Institut mozga cheloveka RAN, 2003. 584 p. (In Russ.).]
18. Меерсон Ф.З., Пшенникова М.Г. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам. М.: Медицина, 1988. 225 с. [Meerson F.Z., Pshennikova M.G. *Adaptacija k stressornym situacijam i fizicheskim nagruzkam*. М.: Medicina, 1988. 225 p. (In Russ.).]

Оценка эффективности и безопасности обучения пользованию креслом-коляской пациентов с гемипарезом

id Коновалова Н.Г.*, id Фроленко С.Ю., id Дробышева Е.Г., id Деева И.В.

ФГБУ «Новокузнецкий научно-практический центр медико-социальной экспертизы и реабилитации инвалидов» Минтруда России, Новокузнецк, Россия

РЕЗЮМЕ

ВВЕДЕНИЕ. Актуальность работы определяется ростом числа пациентов с гемипарезом, не способных восстановить вертикальную позу и нуждающихся в обучении пользованию креслом-коляской.

ЦЕЛЬ. Оценить эффективность и безопасность обучения пользованию креслом-коляской пациентов с гемипарезом.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Обследование, наряду с клиническим неврологическим, включало оценку психического статуса (тест MMSE — Mini-Mental State Examination (Краткая шкала оценки психического статуса)), тестирование силы мышц конечностей по шкале Lovett в модификации Л.Д. Потехина, оценку уровня компенсации функции сидения, навыков пользования креслом-коляской (Wheelchair Skills Test). Наблюдали 30 пациентов с грубым гемипарезом в ходе обучения пользованию креслом-коляской. Пациенты посетили по 10 занятий по обучению пользованию креслом-коляской и содержательно связанных с ними занятий лечебной гимнастикой (ЛГ), причем занятия ЛГ предшествовали занятиям по обучению пользованию креслом-коляской и тренировали движения, востребованные при обучении пользованию креслом-коляской. Пациенты управляли креслом-коляской, используя только здоровые конечности.

РЕЗУЛЬТАТЫ. При поступлении 14 человек не могли самостоятельно управлять креслом-коляской, 16 пациентов в разной степени владели навыками пользования креслом-коляской. В результате занятий сила мышц здоровых конечностей возросла; отмечено статистически значимое улучшение функции сидения и владения креслом-коляской. Пациенты в разной степени освоили управление креслом-коляской, улучшив свою мобильность: 14 человек, исходно не имевших никаких навыков, закончили реабилитацию с оценкой Wheelchair Skills Test от 16 до 31 % (Me 25), безопасность — от 72 до 88 % (Me 75); пациенты, владевшие начальными навыками управления креслом-коляской, увеличили свою мобильность. Результаты тестирования навыков (Wheelchair Skills Test) этих пациентов после курса обучения составили от 38 до 87 % (Me 71), безопасность — от 40 до 96 % (Me 91). Из пациентов, набравших 10 баллов в тесте MMSE, навыки управления креслом-коляской не улучшил никто.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Инвалиды с грубым гемипарезом осваивают управление креслом-коляской при помощи здоровых конечностей, причем занятия ЛГ предшествуют занятиям по обучению навыкам пользования креслом-коляской и формируют движения, необходимые для освоения управления креслом-коляской.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: гемипарез, кресло-коляска, обучение, лечебная гимнастика.

Для цитирования / For citation: Коновалова Н.Г., Фроленко С.Ю., Дробышева Е.Г., Деева И.В. Оценка эффективности и безопасности обучения пользованию креслом-коляской пациентов с гемипарезом. Вестник восстановительной медицины. 2024; 23(1):30-37. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-1-30-37> [Konovalova N.G., Frolenko S.Yu., Drobysheva E.G., Deeva I.V. Assessment of the Effectiveness and Safety of Wheelchair Use Training for Patients with Hemiparesis. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(1):30-37. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-1-30-37> (In Russ.).]

* **Для корреспонденции:** Коновалова Нина Геннадьевна, E-mail: konovalovang@yandex.ru, root@reabil-nk.ru

Статья получена: 02.08.2023
Статья принята к печати: 06.10.2023
Статья опубликована: 15.02.2024

Assessment of the Effectiveness and Safety of Wheelchair Use Training for Patients with Hemiparesis

 **Nina G. Konovalova**,  **Svetlana Yu. Frolenko**,  **Elena G. Drobysheva**,  **Irina V. Deeva**

Novokuznetsk Scientific and Practical Centre for Medical and Social Expertise and Rehabilitation of Disabled Persons, Novokuznetsk, Russia

ABSTRACT

INTRODUCTION. The rationale of the research is defined by the large number of patients with hemiparesis, unable to restore an upright posture and in need of training to use a wheelchair.

AIM. To present the methodology of wheelchair training of patients with hemiparesis.

MATERIALS AND METHODS. We observed 30 patients with severe hemiparesis during wheelchair training. Examination included assessment of clinical, neurological, and mental status (MMSE — Mini-Mental State Examination), testing of limb muscle strength according to Lovett's scale modified by L.D. Potekhin, level of sitting function compensation assessment, wheelchair skills (Wheelchair Skills Test). Each patient attended 10 wheelchair training sessions and related physical therapy (PT) sessions, with PT classes preceding the wheelchair training sessions and practicing the wheelchair-using movements required in the wheelchair training sessions. Patients controlled the wheelchair using only healthy limbs.

RESULTS. At the moment of admission, 14 patients were not able to use wheelchair independently; 16 patients were able to use wheelchair to varying degrees. As a result of the sessions, the muscle strength of healthy limbs increased; statistically significant improvement in sitting and wheelchair skills was noted. None of the patients who scored 10 for MMSE test improved their wheelchair skills.

CONCLUSION. Persons with severe hemiparesis learn to use the wheelchair with the help of healthy limbs. Physical therapy sessions precede wheelchair training and form the movements necessary for learning to use the wheelchair.

KEYWORDS: hemiparesis, wheelchair, training, physical therapy.

For citation: Konovalova N.G., Frolenko S.Yu., Drobysheva E.G., Deeva I.V. Assessment of the Effectiveness and Safety of Wheelchair Use Training for Patients with Hemiparesis. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2024; 23(1):30-37. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-1-30-37>

* **For correspondence:** Nina G. Konovalova, E-mail: konovalovang@yandex.ru, root@reabil-nk.ru

Received: 02.08.2023

Accepted: 06.10.2023

Published: 15.02.2024

ВВЕДЕНИЕ

Пациенты с гемипарезом представляют собой большую, постоянно увеличивающуюся группу людей, нуждающихся в полноценной реабилитации, в том числе в восстановлении мобильности. Основной причиной возникновения этой патологии служит мозговой инсульт, распространенность которого ежегодно увеличивается во всем мире [1]. В Российской Федерации почти 500 000 человек ежегодно переносят инсульт, большинство из них остается с неврологическим дефицитом [2]. Встречается инсульт среди осложнений коронавирусной инфекции [3]. После перенесенного инсульта не удается восстановить ходьбу у 20 % пациентов [4].

Пожилые возраст, наличие коморбидной патологии ограничивают реабилитационный потенциал этих пациентов. Как правило, пациенты имеют слабую физическую подготовленность, что проявляется в низкой силе мышц туловища и здоровых конечностей, а состояние кардиореспираторной системы ограничивает интенсивность и длительность физической нагрузки [5]. Освоение кресла-коляски позволяет им восстановить мобильность.

В основном методики, обучающие навыкам пользования креслом-коляской, рассчитаны на людей с нижним парапарезом. У лиц с гемипарезом другие двига-

тельные возможности, поэтому для них необходимо разработать соответствующие методики с учетом их физических способностей [6, 7]. Наблюдения за данными лицами, передвигающимися с помощью кресла-коляски, показали, что они не используют парализованные конечности для управления движением, но способны передвигаться с помощью здоровых верхней и нижней конечностей [8].

Существуют разнообразные конструкции кресел-колясок, включая модели с электроприводом, для управления которыми нужны минимальные произвольные активные движения. Есть кресла-коляски активного типа, некоторые из них приспособлены к передвижению по лестницам и поверхностям с разным покрытием; занятиям танцами или спортом [9, 10]. Однако реализация этих возможностей предъявляет определенные требования к состоянию соматического здоровья, физической подготовке пользователя, способности овладеть новыми двигательными навыками.

ЦЕЛЬ

Оценить эффективность и безопасность обучения пользованию креслом-коляской пациентов с гемипарезом.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работа проведена в отделении медико-социальной реабилитации, физиотерапии и лечебной физкультуры ФГБУ ННПЦ МСЭ и РИ Минтруда России в 2018–2023 гг. в соответствии с правилами Хельсинкской декларации с изменениями, внесенными на 64-й Генеральной ассамблее Всемирной медицинской ассоциации в Форталезе, Бразилия, октябрь 2013 г.; протокол заседания этического комитета ФГБУ ННПЦ МСЭ и РИ Минтруда России № 6 от 01.10.2018.

Критерии включения: грубый гемипарез, отсутствие заболеваний, служащих противопоказанием к выполнению физической нагрузки, отсутствие выраженных нарушений когнитивных функций (тест MMSE — Mini-Mental State Examination (Краткая шкала оценки психического статуса) 10 баллов и выше), цель госпитализации — курс реабилитации с обучением навыкам пользования креслом-коляской, информированное согласие на участие в исследовании. Критерии невключения: наличие противопоказаний к выполнению физической нагрузки, MMSE ниже 10 баллов; отказ дать информированное согласие на участие в исследовании.

В соответствии с обозначенными критериями выбрано 30 пациентов с последствиями мозгового инсульта. Половозрастная структура участников исследования представлена в табл. 1.

Таблица 1. Половозрастная характеристика пациентов, Me (25–75%)

Table 1. Age and gender characteristics of patients, Me (25–75%)

Пациенты / Patients	Возраст, лет / Age, years					Всего / Total
	< 40	41–50	51–60	61–70	> 70	
Женщины / Females	0	0	2	3	2	7
Мужчины / Males	6	7	2	6	2	23
Всего / Total	6	7	4	9	4	30

Пациенты обследованы при поступлении и перед выпиской. Наряду с клиническим неврологическим обследованием проводили оценку психического статуса с использованием теста MMSE, тестирование силы мышц конечностей по шкале Lovett в модификации Л.Д. Потехина, оценку уровня компенсации функции сидения [7] и навыков пользования креслом-коляской при помощи теста Wheelchair Skills Test (WST), содержащего 32 задания. За каждое выполненное задание WST пациент получал 1 балл. Сумму баллов выражали в процентах [7, 9]. По итогам первичного обследования анализировали факторы, ограничивающие освоение управления креслом-коляской. В процессе занятий уделяли особое внимание устранению этих факторов либо поиску путей компенсации.

Для обработки результатов использовали пакет прикладных программ Statistica (версия 10.0.1011.0). Значимость различий внутри группы оценивали по критерию Вилкоксона. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$. Результаты представлены в виде медианы, первого и третьего квартилей: Me (25–75%).

Методика обучения пользованию креслом-коляской включала курсы взаимосвязанных занятий лечебной гимнастикой (ЛГ) и упражнений по управлению крес-

лом-коляской. Задачи инструктора по ЛГ состояли в увеличении силовой выносливости мышц и формировании двигательных координаций, востребованных пациентом при управления креслом-коляской. Пациенты посетили по 10 занятий, которые включали упражнения по ЛГ и по формированию навыков пользования креслом-коляской. Занятие ЛГ предшествовало занятию по обучению пользованию креслом-коляской, содержательно связанному с ним. Перерыв между занятиями составлял 40–60 минут. Первое и последнее занятия были посвящены диагностике силовой выносливости мышц, двигательных координаций и навыков управления креслом-коляской.

Занятие лечебной гимнастикой

Вводная часть

Включает 3 упражнения, одинаковые для всех занятий. Исходное положение (ИП): сидя в кресле-коляске лицом к шведской стенке; блок тренажера «Грация» закреплен на верхней рейке шведской стенки, рукоятки — в руках пациента. Парализованная кисть фиксирована к рукоятке.

Упражнения:

1. Поочередный подъем рук.
2. Поочередное разгибание рук в локтевых и плечевых суставах.
3. Наклоны туловища в стороны, прямые руки имеют неустойчивую опору о рукоятки тренажера «Грация».

Основная часть диагностического занятия

Упражнения повторяли 3 раза; учитывали объем движений. ИП: пациент сидит в кресле-коляске, в руке гантель массой 0,5 кг.

Определение силы мышц здоровой руки:

1. Сгибание прямой руки в плечевом суставе.
2. Разгибание прямой руки в плечевом суставе.
3. Сгибание в локтевом суставе.
4. Разгибание в плечевом и локтевом суставах.

Определение уровня компенсации функции сидения:

5. Удержание позы сидя без опоры о спинку и подлокотники кресла-коляски.
6. Поднимание здоровой рукой предмета с пола с одноименной стороны, опираясь о спинку и подлокотники кресла-коляски.
7. Подъем с кресла-коляски и возвращение в ИП, опираясь руками о рейку шведской стенки, парализованная рука фиксирована к рейке.

Основная часть занятий курса ЛГ

Каждое упражнение повторяли 4 раза. ИП: пациент сидит в кресле-коляске у шведской стенки, держась за рейку на уровне груди.

1. Отжимание от шведской стенки.
2. Повороты туловища в стороны с отведением одноименной руки.
3. Наклоны туловища в стороны.
4. Подъем на ноги и возвращение в кресло-коляску. Руки — на подлокотниках. На голени здоровой ноги — резиновая лента, фиксированная к шведской стенке.
5. Сгибание здоровой ноги в коленном суставе, растягивая резиновую ленту. ИП: пациент сидит в кресле-коляске спиной к шведской стенке, на здоровой голени — резиновая лента, фиксированная к шведской стенке.

6. Разгибание здоровой ноги в колене с постановкой на пятку, растягивая резину, сгибание в колене с перекатом на носок.

Заключительная часть

ИП: пациент сидит в кресле-коляске, в руках гимнастическая палка. Парализованная кисть фиксирована к палке.

1. Движения руками, как при гребле на байдарке.

Занятия по формированию навыков пользования креслом-коляской

Вводная часть первого занятия по формированию навыков пользования креслом-коляской включала объяснение цели обучения, подгонку кресла-коляски под параметры пациента; основная — выполнение заданий Wheelchair Skills Test, начиная с первого, сколько сможет выполнить пациент. Заключительная часть — обсуждение результатов диагностики; постановка цели обучения пользованию креслом-коляской и сопряженных задач ЛГ.

При описании занятий для обозначения положения и движения здоровой руки в процессе взаимодействия с ободом колеса кресла-коляски используется образ циферблата часов.

Вводная часть

1. Продвижение вперед. Выпрямить здоровую ногу, поставить пяткой на пол, оттолкнуться, перекатываясь с пятки на носок, сгибая ногу в коленном суставе, одновременно захватить здоровой рукой обод ведущего колеса на уровне «11 часов» и прокрутить до «2 часов». Пациент основную работу по продвижению кресла-коляски вперед выполняет рукой, нога помогает выполнить движение и служит рулем; дистанция — 10 м.

Основная часть

2. Продвижение назад. ИП: здоровая нога согнута в колене, стопа упирается носком в пол. Наклон тела вперед, захватить здоровой рукой обод колеса на уровне «2 часов», выпрямляясь, прокрутить обод до «11 часов». Пациент совершает перекаат с носка на пятку здоровой ногой, одновременно выпрямляется и толкает кресло-коляску; дистанция — 5 м.

3. Пересаживание с кресла-коляски на кушетку. Кресло-коляску ставят на тормоз под углом 45° к кушетке со здоровой стороны пациента. Передние колеса — вилками вперед, подножку снимают или отворачивают. Выполнение: опираясь о подлокотник здоровой рукой, пациент встает с опорой на здоровую ногу, разворачивается на месте спиной к кушетке и плавно садится.

4. Пересаживание с кушетки в кресло-коляску. Кресло-коляску ставят на тормоз под углом 45° к кушетке со здоровой стороны пациента. Выполнение: опираясь о подлокотник здоровой рукой, пациент встает с опорой на здоровую ногу, разворачивается на месте спиной к креслу-коляске и плавно садится. Упражнения 3 и 4 выполняются по 2–3 раза.

5. Преодоление порога высотой 2 см. ИП: сидя в кресле-коляске спиной к порогу, наклон тела вперед так, чтобы захватить здоровой рукой обод колеса на уровне «2 часов», здоровая нога согнута в колене, стопа упирается носком в пол. Отталкиваясь ногой, пациент выпрямляет ее и совершает перекаат с носка на пятку, одновременно

прокручивая здоровой рукой обод колеса назад с «2 часов» до «11 часов», перекатывает задние (ведущие) колеса через порог. Затем откидывается назад, опираясь о спинку кресла-коляски, переносит вес на задние колеса и здоровой рукой прокручивает обод колеса с «11 часов» до «2 часов», чтобы передние колеса преодолели порог. Упражнение выполняется 2–3 раза.

6. Преодоление пандуса, подъем без перил. ИП: сидя в кресле-коляске спиной к пандусу, наклон вперед так, чтобы захватить здоровой рукой обод колеса на уровне «2 часов», здоровая нога согнута в колене, стопа упирается носком в пол. Выполнение: здоровой рукой пациент проворачивает обод колеса с «2 часов» до «11 часов», одновременно отталкиваясь здоровой ногой и разгибая тело; выполняется 3–5 движений.

7. Соревнование с самим собой. Пациент однократно из всех сил выполняет толчок здоровыми конечностями, разгоняя кресло-коляску. Учитывают расстояние, которое оно преодолело.

Заключительная часть

8. Проезд вперед по прямой в удобном темпе 10 м с контролем времени; однократно. Подведение итогов занятия; обозначение, на что нужно обратить внимание на лечебной физкультуре.

По окончании курса реабилитации пациент получает рекомендации для выполнения заданий в домашних условиях: самостоятельно проезжать в кресле-коляске не менее 100 м в день; 2–3 раза в день выполнять упражнения 1–4 из занятия по формированию навыков пользования креслом-коляской; упражнения 1–3, 6 и 7 из занятия лечебной физкультурой.

РЕЗУЛЬТАТЫ

При первичном опросе установлено, что 14 человек не могли самостоятельно управлять креслом-коляской, хотя сроки владения данным техническим средством реабилитации (ТСР) составили от 3 месяцев до нескольких лет. Помощь в пользовании креслом-коляской оказывали сопровождающие лица. На момент начала лечения эти пациенты не смогли выполнить ни одного задания Wheelchair Skills Test, следовательно, оценка навыков составила 0, безопасность — 100 баллов. У остальных 16 пациентов оценка навыков варьировала от 9 до 59 баллов, безопасность — от 40 до 84 баллов.

Сила мышц плечевого пояса, плеча варьировала от 2 до 3 баллов, мышц кисти и предплечья — в пределах 2 баллов по шкале Lovett в модификации Л.Д. Потехина. Один пациент не мог удержать позу сидя и нуждался в фиксации туловища к спинке кресла-коляски; 20 человек не нуждались в дополнительной фиксации туловища, но оторвать свою спину от спинки кресла-коляски и руки от подлокотников не могли; 9 пациентов были способны удерживать позу сидя без опоры о спинку кресла-коляски и подлокотники в течение 10–15 секунд; опираться на стопы с отрывом таза от сиденья кресла-коляски при дополнительной опоре предплечьями о рейку шведской стенки в течение 2–3 секунд не мог ни один из обследованных.

Все пациенты серьезно подошли к освоению кресла-коляски, четко выполняли инструкции методистов. К концу каждого занятия лечебной физкультурой они имели



Рис. 1. Зависимость прироста навыков пользования креслом-коляской от значения теста MMSE
Fig. 1. Dependence of the increase in wheelchair skills on the MMSE test value

Примечание: По оси абсцисс — пациенты, по оси ординат — баллы теста MMSE и разница навыков пользования креслом-коляской при поступлении и перед выпиской, выраженная в баллах.

Note: The x-axis — patients, the y-axis — MMSE test scores and the difference between wheelchair skills on admission and before discharge, in scores.

внешние признаки утомления, но перерыва в 40–60 минут было достаточно для восстановления. За две недели большинство обследованных смогли улучшить функцию сидения и навыки управления креслом-коляской (табл. 2).

После курса лечения сила мышц плечевого пояса и плеча здоровой руки у всех обследованных составила 3 балла и выше по шкале Lovett, сила разгибателей здоровой кисти и пальцев — 3 балла. Все пациенты могли сидеть без дополнительной опоры о спинку и подлокотники кресла-коляски 30 секунд и более, из них 8 человек научились вставать, опираясь на стопы и рейку шведской стенки, и удерживать позу стоя с опорой в течение 15–20 секунд, что позволило им самостоятельно пересаживаться в кресло-коляску и обратно.

Пациенты в разной степени освоили управление креслом-коляской, улучшив свою мобильность: 14 человек, исходно не имевших никаких навыков, закончили реабилитацию с оценкой Wheelchair Skills Test от 16 до 31 %

(Me 25), безопасность — от 72 до 88 % (Me 75); пациенты, владевшие начальными навыками управления креслом-коляской, увеличили свою мобильность. Результаты тестирования навыков (Wheelchair Skills Test) этих пациентов после курса обучения составили от 38 до 87 % (Me 71), безопасность — от 40 до 96 % (Me 91).

Отдельно отметим, что из всех пациентов 9 человек, несмотря на тренировки и обучение, не смогли улучшить навыки управления креслом-коляской. У каждого из них давность инсульта составляла более года. Один из этих пациентов в течение года имел кресло-коляску, но самостоятельно им не пользовался. При поступлении и перед выпиской он показал по тесту Wheelchair Skills Test навыки — 0 %, а безопасность — 100 %. Остальные 8 пациентов уже имели навыки пользования данным ТСР. Результатом курса обучения для четверых пациентов стало не совершенствование навыков, а повышение безопасности передвижения. Таким образом, пятеро пациентов, несмо-

Таблица 2. Динамика навыков пользования креслом-коляской
Table 2. The dynamics of wheelchair skills

Показатель / Indicator	Навыки управления креслом-коляской, балл / Wheelchair skills, score		Безопасность, балл / Safety, score		УК сидения / LK of sitting	
	Поступление / Admission	Выписка / Discharge	Поступление / Admission	Выписка / Discharge	Поступление / Admission	Выписка / Discharge
Me (25–75%)	20,3 (0,00–48,44)	51,6 (25,00–75,78)	64,1 (38,38–87,50)	79,7 (68,75–90,63)	1 (1–2)	2 (2–3)
p (поступление / выписка) / p (admission / discharge)	0,027709*		0,06789		0,00004*	

Примечание: p — величина статистической значимости различий; УК — уровень компенсации; * — различия статистически значимы.

Note: p — statistical significance; LK — level of compensation; * — differences are statistically significant.

тря на предпринятые усилия, не достигли ожидаемого результата, четверо из них получили по 10 баллов по результатам теста MMSE, один — 23 балла.

Сопоставление результатов теста MMSE и количественных показателей прироста навыков пользования креслом-коляской (рис. 1) демонстрирует некий параллелизм между когнитивными способностями и совершенствованием формируемых навыков. Это подтверждает известную точку зрения о том, что более развитый интеллект легче осваивает новое [11]. В то же время значения теста, соответствующие уровню легкой деменции (20–24 балла) и уровню умеренных когнитивных нарушений (25–27 баллов), сочетаются с положительной динамикой формирования двигательных навыков.

ОБСУЖДЕНИЕ

Сегодня в мире уделяется большое внимание расширению мобильности лиц с ограниченными возможностями [12–14]. Имеются сообщения об успешном применении технологии взаимодействия «мозг–машина» в обучении инвалидов управлению креслом-коляской [15]. Есть работы, посвященные успешному переводу пациентов с ручного управления креслом-коляской на ТСП с электроприводом [16, 17]. В то же время ТСП с ручным управлением сохраняют свою актуальность, что подтверждается поиском путей обучения физиотерапевтов, занятых в реабилитации пациентов, управлению таким креслом-коляской [18].

Большинство исследований направлено на восстановление мобильности инвалидов с патологией спинного мозга, тетраплегией и нижней параплегией. Им адресованы методики обучения пользованию креслом-коляской [12–15]. Пациенты с гемипарезом имеют иную структуру неврологического дефицита; у них пожилой возраст сочетается с когнитивными нарушениями, старческой астенией, полиморбидностью, что ограничивает интенсивность и длительность физической нагрузки. Следовательно, для них нужна своя программа обучения пользованию этим ТСП.

Обращает на себя внимание, что в данном исследовании 14 из 30 пациентов не имели никаких навыков управления креслом-коляской, хотя все они получили его не менее 3 месяцев назад, а некоторые использовали на протяжении нескольких лет. Лица, осуществлявшие уход, пересаживали пациентов в кресло-коляску и перемещали их, помогали им в управлении креслом-коляской, при этом сами инвалиды оставались полностью беспомощными и не владели навыками использования данного ТСП. Описанная методика позволила изменить эту ситуацию, что подтверждает как необходимость обучения пациентов пользованию креслом-коляской, так и их способность обучаться.

Лица с грубым гемипарезом, когнитивными нарушениями до умеренной деменции включительно освоили управление креслом-коляской с механическим приводом. Безусловно, успехи отдельных участников исследования сильно различаются между собой, как и их реабилитационный потенциал. Как показано на рис. 1, пациенты с результатом 10 баллов теста MMSE не смогли улучшить навыки пользования креслом-коляской. С учетом того, что когнитивные нарушения имеют тенденцию прогрессировать в постинсультный период [19], важно восстанавливать мобильность как можно в более ранние сроки, не дожидаясь развития деменции.

У многих пациентов с гемипарезом после перенесенного инсульта на фоне коморбидной патологии существуют слабость мышц здоровых конечностей, субкомпенсированные вестибулярные нарушения, когнитивные нарушения, легкая и умеренная деменция, что затрудняет формирование вертикальной позы и ходьбы в условиях выраженного неврологического дефицита [20], но позволяет освоить кресло-коляску. При этом снижение когнитивных функций ограничивает возможности пациентов в освоении сложных приемов управления креслом-коляской, но оставляет возможность выполнять наиболее простые приемы, такие как передвижение по прямой вперед и назад в медленном темпе и повороты, что открывает им перспективу перемещения в пределах жилого помещения, существенно повышая самостоятельность и мобильность.

Содержательная связь занятий ЛГ и обучения пользованию креслом-коляской позволяет, сохраняя общие принципы построения занятий, максимально учитывать интеллектуальные, двигательные возможности, состояние здоровья каждого и получить результат. Часовой перерыв между занятиями дает пациентам возможность отдохнуть, но не утратить двигательные координации, которые формировали или совершенствовали на занятии ЛГ. Эти координации используются для управления креслом-коляской, что повышает интерес к занятиям ЛГ и эффективность освоения управления креслом-коляской.

Наряду с увеличением силовой выносливости и формированием новых двигательных координаций на занятиях ЛГ большое внимание уделяется развитию равновесия в положении сидя, поскольку, с одной стороны, только надежный контроль положения туловища позволяет в полной мере использовать двигательные возможности верхних конечностей [21], с другой, умение держать позу важно для сохранения равновесия, обеспечения безопасности при движении и возможности самостоятельного пересаживания в кресло-коляску.

Низкая физическая работоспособность, плохая координация движений и интеллектуальное снижение затрудняют процесс формирования сложных двигательных координаций с участием парализованной руки, а вращение обода колеса кресла-коляски является очень точным движением: необходимо попасть в ритм вращения, взяться за обод и прокрутить его. Это связано с высоким риском получения травмы пальцев и кисти парализованной конечности вследствие попадания их между ободом и колесом либо между спицами колеса кресла-коляски.

Все вышеизложенное объясняет необходимость формирования навыков управления креслом-коляской при помощи здоровых конечностей, что само по себе задача далеко не простая. Готовых двигательных стереотипов для ее решения в организме взрослого человека нет. Их надо формировать, а утраченные поструральные стереотипы сидения и стояния — восстанавливать. Снижение мышечной силы, которое имеет место у большинства пациентов, требует целенаправленных тренировок для увеличения силы мышц здоровых конечностей и туловища. Эти задачи решаются на фоне низкой толерантности к физической нагрузке. Подчиненность задач ЛГ задачам формирования навыков пользования креслом-коляской позволяет свести физическую нагрузку до минимально необходимой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

После получения кресла-коляски пациенты с гемипарезом нуждаются в обучении управлению данным ТСР. Освоение навыков пользования креслом-коляской инвалидами с грубым гемипарезом происходит успеш-

но, причем управление креслом-коляской осуществляется при помощи здоровых конечностей, а занятия ЛГ направлены на формирование поз, движений и увеличение силы мышц, необходимых для освоения управления креслом-коляской.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Коновалова Нина Геннадьевна, доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник отдела медицинской и социально-профессиональной реабилитации, ФГБУ «Новокузнецкий научно-практический центр медико-социальной экспертизы и реабилитации инвалидов» Минтруда России.

E-mail: konovalovang@yandex.ru, root@reabil-nk.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1395-3332>

Фроленко Светлана Юрьевна, заведующая отделением медико-социальной реабилитации, физиотерапии и лечебной физкультуры, ФГБУ «Новокузнецкий научно-практический центр медико-социальной экспертизы и реабилитации инвалидов» Минтруда России.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8142-6703>

Дробышева Елена Геннадьевна, старший лаборант отдела медицинской и социально-профессиональной реабилитации, ФГБУ «Новокузнецкий научно-практический центр медико-социальной экспертизы и реабилитации инвалидов» Минтруда России.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-6976-7389>

Деева Ирина Владимировна, младший научный сотрудник лаборатории по разработке автоматизированных систем по реабилитации, ФГБУ «Новокузнецкий научно-практический центр медико-социальной экспертизы и реабилитации инвалидов» Минтруда России.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-9897-5419>

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: Коновалова Н.Г. — концепция и дизайн исследования, статистическая обработка, анализ и интерпретация данных, написание текста статьи; Фроленко С.Ю. — анализ данных, редактирование, подбор публикаций по теме статьи; Дробышева Е.Г. — сбор материала, ведение базы данных; Деева И.М. — сбор материала, ведение базы данных.

Источник финансирования. Данное исследование не было поддержано никакими внешними источниками финансирования.

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

Этическое утверждение. Авторы заявляют, что все процедуры, использованные в данной статье, соответствуют этическим стандартам учреждений, проводивших исследование, и соответствуют Хельсинкской декларации в редакции 2013 г.; протокол заседания этического комитета ФГБУ ННПЦ МСЭ и РИ Минтруда России № 6 от 01.10.2018.

Доступ к данным. Данные, подтверждающие выводы этого исследования, можно получить по обоснованному запросу у корреспондирующего автора.

ADDITIONAL INFORMATION

Nina G. Konovalova, Dr.Sci. (Med.), Leading Researcher, Department of Medical and Social Rehabilitation, Novokuznetsk Scientific and Practical Centre for Medical and Social Evaluation and Rehabilitation of Disabled Persons.

E-mail: konovalovang@yandex.ru, root@reabil-nk.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1395-3332>

Svetlana Yu. Frolenko, Head of the Department of Medical and Social Rehabilitation, Physiotherapy and Physiotherapy Novokuznetsk Scientific and Practical Centre for Medical and Social Evaluation and Rehabilitation of Disabled Persons.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8142-6703>

Elena G. Drobysheva, Senior Laboratory Assistant, Department of Medical and Social Rehabilitation, Novokuznetsk Scientific and Practical Centre for Medical and Social Evaluation and Rehabilitation of Disabled Persons.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-6976-7389>

Irina V. Deeva, Junior Researcher, Laboratory for the Development of Automated Rehabilitation Systems Novokuznetsk Scientific and Practical Centre for Medical and Social Evaluation and Rehabilitation of Disabled Persons.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-9897-5419>

Authors Contributions. All authors confirm their authorship according to the international ICMJE criteria (all authors made

substantial contributions to the conceptualization, research and preparation of the article, and read and approved the final version before publication). Special Contributions: Konovalova N.G. — the concept and design of the study, statistical processing, data analysis and interpretation, writing the text of the article; Frolenko S.Yu. — data analysis, editing, collection of publications on the topic of the article; Drobysheva E.G. — collection of material, maintenance of a database; Deeva I.V. — collection of material, maintenance of a database.

Funding. This study was not supported by any external funding sources.

Disclosure. The authors declare no apparent or potential conflict of interest related to the publication of this article.

Ethical Approval. The authors state that all the procedures used in this paper comply with the ethical standards of the institutions that carried out the study and comply with the Fundamentals of Health Legislation of the Russian Federation, as well as with the Helsinki Declaration as revised in 2013. Protocol of the meeting of the Ethics Committee of Novokuznetsk Scientific and Practical Centre for Medical and Social Expertise and Rehabilitation of Disabled Persons No. 6 dated January 10, 2018.

Data Access Statement. The data that support the findings of this study are available on reasonable request from the corresponding author.

Список литературы / References

- Gallagher A., Cleary G., Clifford A., et al. "Unknown world of wheelchairs" A mixed methods study exploring experiences of wheelchair and seating assistive technology provision for people with spinal cord injury in an Irish context. *Disability and Rehabilitation*. 2022; 44(10): 1946–58. <https://doi.org/10.1080/09638288.2020.1814879>
- Gowran R.J., Clifford A., Gallagher A., et al. Wheelchair and seating assistive technology provision: a gateway to freedom. *Disability and Rehabilitation*. 2022; 44(3): 370–81. <https://doi.org/10.1080/09638288.2020.1768303>
- Haddad M.J., Sanders D.A. Deep Learning Architecture to Assist with Steering a Powered Wheelchair. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*. 2020; 28(12): 2987–94. <https://doi.org/10.1109/TNSRE.2020.3031468>
- Morgan K.A., Tucker S.M., Klaesner J.W., Engsborg J.R. A motor learning approach to training wheelchair propulsion biomechanics for new manual wheelchair users: A pilot study. *The Journal of Spinal Cord Medicine*. 2017; 40(3): 304–35. <https://doi.org/10.1080/10790268.2015.1120408>
- Sawatzky B., Mortenson W.B., Wong S. Learning to use a rear-mounted power assist for manual wheelchairs. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*. 2018; 13(8): 772–6. <https://doi.org/10.1080/17483107.2017.1375562>
- Tonin L., Perdakis S., Kuzu T.D., et al. Learning to control a BMI-driven wheelchair for people with severe tetraplegia. *iScience*. 2022; 25(12): 105418. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2022.105418>
- Worobey L.A., Kirby R.L., Cowan R.E., et al. Using remote learning to teach clinicians manual wheelchair skills: a cohort study with pre- vs post-training comparisons. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*. 2022; 17(7): 752–9. <https://doi.org/10.1080/17483107.2020.1804633>
- Буков Ю.А., Букова Л.М., Бридко В.В. Реабилитационный эффект комплексного использования скандинавской ходьбы и респираторной тренировки на резидуальном этапе восстановления женщин пожилого возраста после инсульта. *Академия медицины и спорта*. 2020; 1(2): 9–13. [Bukov Yu. A., Bukova L.M., Bridko V.V. Rehabilitation effect of the combination of Nordic walking and breathing training during stroke recovery in elderly women. *Academy of medicine and sports*. 2020; 1(2): 9–13. (In Russ.)]
- Бушков Ф.А., Романовская Е.В., Федоткина Л.Е., Иванова Г.Е. Особенности применения кресло-коляски у спинальных пациентов. *Вестник восстановительной медицины*. 2019; 6(94): 2–10. [Bushkov F.A., Romanovskaya E.V., Fedotkina L.E., Ivanova G.E. Specificity of wheelchair usage in patients with spinal cord injury. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2019; 6 (94): 2–10. (In Russ.)]
- Дахин А.Н. Нейрофизиология и технология: интеграция, модификация, адаптация, или что такое адаптивно-реверсивное обучение. *Народное образование*. 2019; 6(1477): 155–60. [Dakhin A.N. Neurophysiology and Technology: Integration, Modification, Adaptation, Or What Is Adaptive-reversible Learning. *National education*. 2019; 6(1477): 155–60. (In Russ.)]
- Коновалова Н.Г., Дробышева Е.Г., Деева И.В. Особенности управления креслом-коляской при поражении центральной нервной системы в зависимости от синдрома двигательных нарушений. Сб. статей «Медико-социальная экспертиза и реабилитация». 2022: 309–13. [Konovalova N.G., Deeva I.V., Drobysheva E.G. Specifics of wheelchair use in cases of central nervous system lesions depending on the syndrome of motor disorders. *Medical and Social Expertise and Rehabilitation (Collection of Scientific Articles)*. Minsk: Publisher Colorgrad, 2022. 309–13. (In Russ.)]
- Коновалова Н.Г., Ляховецкая В.В., Деева И.В. Формирование постральной регуляции пациентов с патологией центральной нервной системы с использованием тренажера «Баланс-Мастер». *Адаптивная физическая культура*. 2019; 1(77): 19–22. [Konovalova N.G., Lyakhovetskaia V.V., Deeva I.V. Formation of postural regulation in patients with pathology of central nervous system using the "Balance-Master" simulator. *Adapted physical education*. 2019; 1(77): 19–22. (In Russ.)]
- Коновалова Н.Г., Шарাপова И.Н., Горохова Л.Г. и др. Постуральная регуляция пациентов в остром периоде ишемического инсульта по данным стабилотрии. *Медицина в Кузбассе*. 2021; 20(1): 40–4. [Konovalova N.G., Sharapova I.N., Gorokhova L.G., et al. Postural regulation of patients in the acute period of ischemic stroke according to stabilometry data. *Medicine in Kuzbass*. 2021; 20(1): 40–4. (In Russ.)]
- Ма-Ван-дэ А.Ю., Витковский Ю.А., Ширшов Ю.А. Эпидемиологические аспекты и факторы риска развития ишемического инсульта. *ЭНИ Забайкальский медицинский вестник*. 2022; 2: 41–52. https://doi.org/10.52485/19986173_2022_2_41 [Ma-Van-de A.Yu., Vitkovsky Yu.A., Shirshov Yu.A. Epidemiological aspects and risk factors of ischemic stroke development (review of the literature). *Electronic scientific publication Transbaikal Medical Bulletin*. 2022; 2: 41–52. https://doi.org/10.52485/19986173_2022_2_41 (In Russ.)]
- Малаев Х.М., Агабекова Э.С. Инсульт: статистика и динамика заболеваемости. Материалы научно-практического семинара, посвященного Всемирному дню борьбы с инсультом «Инсульт и сосудистые заболевания головного мозга (Махачкала, 19 октября 2018). 2018: 7–11. [Malaev Kh. M., Agabekova E.S. Stroke: statistics and dynamics. *Materials of the Scientific and Practical Seminar "Stroke and Vascular Brain Diseases" Dedicated to the World Stroke Day (Makhachkala, October 19, 2018)*. 2018: 7–11. (In Russ.)]
- Маркелова Е.В., Зулина Н.К., Томина О.И. Организационно-методические аспекты подбора кресла-коляски для детей с ДЦП. *Здравоохранение Дальнего Востока*. 2021; 2(88): 17–9. [Markelova Ye.V., Zulina N.K., Tomina O.I. Organizational and methodological aspects of the selection of a wheelchair for children with cerebral palsy. *Public Health of the Far East*. 2021; 2(88): 17–9. (In Russ.)]
- Пономарев В.В., Живолупов С.А. COVID-Ассоциированный мозговой инсульт: факты и вопросы без ответа. *Здравоохранение*. 2022; 4(901): 54–9. [Ponomarev V.V., Zhivolupov S.A. Stroke associated with COVID-19: facts and unanswered questions. *Healthcare*. 2022; 4(901): 54–9. (In Russ.)]
- Рахматова Д.И., Нарзиллоева С.Ж. Диагностика нарушений деятельности центральной нервной системы при ишемическом инсульте с помощью определения когнитивной дисфункции. *Новый день в медицине*. 2022; 1(39): 225–9. [Rakhmatova D.I., Narzilloeva S.Zh. Diagnostics of impaired activity of central nervous system in ischemic stroke by determining the cognitive dysfunction. *New day in medicine*. 2022; 1(39): 225–9. (In Russ.)]
- Хачатуров Ю.А., Щедеркина И.О., Плавунов Н.Ф. и др. Инсульт у детей и подростков: актуальные проблемы догоспитальной диагностики. *Архив внутренней медицины*. 2020; 10(1): 21–30. <https://doi.org/10.20514/2226-6704-2020-10-1-21-30> [Khachaturov Y.A., Shchederkina I.O., Plavunov N.F., et al. Stroke in children and adolescents: topical problems of pre-hospital diagnostics. *The Russian Archives of Internal Medicine*. 2020; 10(1): 21–30. <https://doi.org/10.20514/2226-6704-2020-10-1-21-30> (In Russ.)]
- Хохлова О.И., Васильченко Е.М., Ляховецкая В.В. Эффективность обучения навыкам пользования креслом-коляской инвалидов с травматической болезнью спинного мозга. *Физическая и реабилитационная медицина*. 2021; 3(2): 47–55. <https://doi.org/10.26211/2658-4522-2021-3-2-47-55> [Khokhlova O.I., Vasilchenko E.M., Lyakhovetskaya V.V. Effectiveness of a wheelchair skills training in disabled persons with traumatic spinal cord injury. *Physical and rehabilitation medicine*. 2021; 3(2): 47–55. <https://doi.org/10.26211/2658-4522-2021-3-2-47-55> (In Russ.)]
- Хохлова О.И., Васильченко Е.М., Ляховецкая В.В., Жестикова М.Г. Результаты обучения инвалидов с утратой нижней конечности сосудистого генеза навыкам пользования креслом-коляской. *Медико-социальная экспертиза и реабилитация*. 2021; 24(2): 47–57. <https://doi.org/10.17816/MSER70210> [Khokhlova O.I., Vasilchenko E.M., Lyakhovetskaya V.V., Zhestikova M.G. Results of wheelchair skills training among the disabled persons with lower limb loss of vascular origin. *Medical and Social Expert Evaluation and Rehabilitation*. 2021; 24(2): 47–57. <https://doi.org/10.17816/MSER70210> (In Russ.)]

Оценка клинической эффективности применения препарата Лаеннек в комплексной реабилитации пациентов с постковидным синдромом: рандомизированное исследование

Юрова О.В.¹, Кончугова Т.В.¹, Апханова Т.В.^{1*}, Гильмутдинова И.Р.¹,
Васильева В.А.¹, Кульчицкая Д.Б.¹, Марченкова Л.А.¹, Глазачев О.С.²,
Дудник Е.Н.², Ансокова М.А.¹

¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России, Москва, Россия

² ФGAOУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

ВВЕДЕНИЕ. Развитие постковидного синдрома после перенесенной инфекции COVID-19 часто сопровождается повышением маркеров системного воспаления, нарушением детоксикационной функции печени, обусловленным как прямым вирусным повреждением гепатоцитов, так и повышенной ятрогенной нагрузкой на гепатобилиарную систему за счет полипрагмазии.

ЦЕЛЬ. Изучение применения лекарственного препарата — гидролизата плаценты человека Лаеннек в реабилитационном периоде в качестве гепатопротектора и иммуномодулятора у пациентов, перенесших новую коронавирусную инфекцию COVID-19.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Исследование включало 40 пациентов с постковидным синдромом в сроки от 1 до 6 месяцев до начала курса реабилитации, в возрасте от 30 до 60 лет, с наличием стеатоза и стеатогепатита (повышенным уровнем печеночных ферментов). Проведена оценка клинической эффективности препарата Лаеннек на основании изучения динамики показателей провоспалительных биомаркеров, показателей печеночного обмена, а также функциональных тестов, субъективных самоотчетов и психологических опросников.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Включение препарата Лаеннек в программу комплексной реабилитации пациентов, перенесших инфекцию COVID-19, приводит к более выраженному, чем в группе контроля, улучшению показателей липидного обмена, коррекции показателей печеночного обмена, снижению уровня провоспалительных биомаркеров, улучшению качества жизни пациентов (снижению показателей тревоги по шкале GAD-7 и выраженности депрессии по шкале PHQ-9).

ОБСУЖДЕНИЕ. Существенно значимая положительная динамика выраженности жалоб на общую слабость и нарушение сна, а также показателей нарушения памяти и нарушения концентрации внимания в основной группе могли свидетельствовать о достижении анаболических, нейротрофических и биоэнергетических эффектов препарата Лаеннек. Существенно значимое снижение уровня печеночных ферментов в основной группе свидетельствует о гепатопротекторном эффекте препарата Лаеннек, обусловленном входящими в состав препарата аминокислотами, витаминами и микроэлементами, которые поддерживают реакции 1-й и 2-й фазы детоксикации печени. Нормализация же повышенных провоспалительных маркеров (ферритин, интерлейкин-6, С-реактивный белок) у пациентов основной группы может свидетельствовать о наличии противовоспалительного и иммунорегуляторного действия исследуемого пептидного плацентарного препарата Лаеннек.

ВЫВОДЫ. Курсовое назначение препарата Лаеннек с целью коррекции провоспалительных маркеров и гепатопротекции может быть рекомендовано к применению в комплексной немедикаментозной реабилитации для повышения ее клинической эффективности, а также улучшения субъективных индикаторов качества жизни пациентов, перенесших инфекцию COVID-19.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: гидролизат плаценты человека Лаеннек, плацентарная терапия, постковидный синдром, медицинская реабилитация.

Для цитирования / For citation: Юрова О.В., Кончугова Т.В., Апханова Т.В., Гильмутдинова И.Р., Васильева В.А., Кульчицкая Д.Б., Марченкова Л.А., Глазачев О.С., Дудник Е.Н., Ансокова М.А. Оценка клинической эффективности применения препарата Лаеннек в комплексной реабилитации пациентов с постковидным синдромом: рандомизированное исследование. Вестник восстановительной медицины. 2024; 23(1):38-48. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-1-38-48> [Yurova O.V., Konchugova T.V., Apkhanova T.V., Gilmutdinova I.R., Vasilyeva V.A., Kulchitskaya D.B., Marchenkova L.A., Glazachev O.S., Dudnik E.N., Ansokova M.A. Evaluation of the Clinical Effectiveness of the Drug Laennec in Complex Rehabilitation of Patients with Post-COVID Syndrome: a Randomized Trial. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(1):38-48. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-1-38-48> (In Russ.)]

* Для корреспонденции: Апханова Татьяна Валерьевна, E-mail: apkhanovatv@nmicrk.ru

Статья получена: 12.01.2024
Статья принята к печати: 13.02.2024
Статья опубликована: 15.02.2024

Evaluation of the Clinical Effectiveness of the Drug Laennec in Complex Rehabilitation of Patients with Post-COVID Syndrome: a Randomized Trial

 Olga V. Yurova¹,  Tatiana V. Konchugova¹,  Tatiana V. Apkhanova^{1,*},
 Ilmira R. Gilmudinova¹,  Valeriia A. Vasileva¹,  Detelina B. Kulchitskaya¹,
 Larisa A. Marchenkova¹,  Oleg S. Glazachev²,  Elena N. Dudnik²,  Maryana A. Ansokova¹

¹ National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russia

² I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

ABSTRACT

INTRODUCTION. The development of post-COVID syndrome is accompanied by an increase in markers of systemic inflammation, a violation of the detoxification function of the liver, caused by both direct viral damage to hepatocytes and an increased iatrogenic load on the hepatobiliary system due to polypharmacy.

AIM. Studying the use of the drug Laennec in the rehabilitation period as a hepatoprotector and immunomodulator in patients with post-COVID syndrome.

MATERIALS AND METHODS. The study included 40 patients with post-COVID syndrome aged 30 to 60 years, with steatosis and steatohepatitis (increased levels of liver transaminases). The clinical effectiveness of Laennec was assessed based on the dynamics of pro-inflammatory biomarkers, liver metabolism indicators, as well as functional tests and psychological questionnaires.

RESULTS. The inclusion of Laennec in the rehabilitation program for patients with post-COVID syndrome leads to a more pronounced improvement in lipid metabolism parameters, correction of liver metabolism parameters, a decrease in the level of pro-inflammatory biomarkers, and an improvement in the quality of life of patients than in the control group.

DISCUSSION. Significantly significant positive dynamics in the severity of complaints of general weakness and sleep disturbance, as well as indicators of memory impairment and impaired concentration in the main group could indicate the achievement of anabolic, neurotrophic and bioenergetic effects of the Laennec drug. A significantly significant decrease in the level of liver transaminases in the main group indicates the hepatoprotective effect of the drug Laennec, due to the amino acids, vitamins and microelements included in the drug, which support the reactions of phases 1 and 2 of liver detoxification. Normalization of elevated pro-inflammatory markers (ferritin, IL-6, CRP) in patients of the main group may indicate the presence of anti-inflammatory and immunoregulatory effects of the Laennec drug.

CONCLUSIONS. A course prescription of the drug Laennec for the purpose of correcting pro-inflammatory markers and hepatoprotection can be recommended for use in complex non-drug rehabilitation to increase its clinical effectiveness, as well as improve subjective indicators of the quality of life of patients with post-COVID syndrome.

KEYWORDS: human placenta hydrolyzate Laennec, placental therapy, post-COVID syndrome, medical rehabilitation.

For citation: Yurova O.V., Konchugova T.V., Apkhanova T.V., Gilmudinova I.R., Vasilyeva V.A., Kulchitskaya D.B., Marchenkova L.A., Glazachev O.S., Dudnik E.N., Ansokova M.A. Evaluation of the Clinical Effectiveness of the Drug Laennec in Complex Rehabilitation of Patients with Post-COVID Syndrome: a Randomized Trial. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(1):38-48. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-1-38-48> (In Russ.).

* **For correspondence:** Tatiana V. Apkhanova, E-mail: apkhanovatv@nmickr.ru

Received: 12.01.2024

Accepted: 13.02.2024

Published: 15.02.2024

ВВЕДЕНИЕ

Эффективные программы медицинской реабилитации и санаторно-курортного лечения играют ключевую роль в процессах оптимизации результатов оказанной специализированной медицинской помощи пациентам после перенесенной новой коронавирусной инфекции (НКИ) COVID-19 [1]. При этом период нетрудоспособности и процесс реабилитации пациентов с постковидным синдромом занимает довольно продолжительное время, что до сих пор представляет одну из важнейших социально-экономических проблем во всем мировом сообществе [2].

На июнь 2023 г. в Российской Федерации было зарегистрировано более 22 млн случаев заболевания COVID-19 [3]. По имеющимся в различных источниках дан-

ным, от 13 % (в случае легкого течения болезни) до 95 % (в случаях тяжелого течения) пациентов отмечают симптомы состояния, ассоциированного с перенесенной НКИ, также известного как «постковидный синдром» [4, 5].

У пациентов с постковидным синдромом развивается дисфункциональный иммунный ответ с повышением уровня интерферона- γ , интерлейкина (ИЛ)-2, В-клеток и CD4⁺, CD8⁺, а также активация эффекторных Т-клеток с провоспалительными характеристиками [6, 7]. SARS-CoV-2 вызывает грубые нарушения регуляции иммунного ответа — ингибирование синтеза интерферонов, истощение Т-лимфоцитов и выработки провоспалительных цитокинов, лежащих в основе массивной неконтролируемой активации врожденного иммунитета — гиперцитокинемии [8, 9].

В случае клинической манифестации инфекции COVID-19 типичные проявления носят преимущественно респираторный характер, вызывая в наиболее тяжелых случаях интерстициальную пневмонию (вирусное диффузное альвеолярное повреждение с микроангиопатией), которая может осложниться развитием острого респираторного дистресс-синдрома (ОРДС), синдрома диссеминированного внутрисосудистого свертывания и/или полиорганной дисфункции. Исходом пневмонии может быть формирование фиброза легких и развитие дыхательной недостаточности.

Такие неврологические симптомы, как головная боль, потеря обоняния, нарушение зрения и головокружение испытывает треть заболевших, причем даже те, кто переносит болезнь в легкой форме. Известно, что некоторые из этих симптомов сохраняются достаточно долго и требуют коррекции.

Типичным проявлением COVID-19 является высокая частота гастроэнтерологических симптомов, обусловленная поражением органов пищеварения коронавирусом SARS-CoV-2 и агрессивной терапией. Нарушения печеночных показателей в виде транзиторного подъема активности трансаминаз, уровня билирубина определяются у 15–65 % пациентов с тяжелым проявлением COVID-19 и обусловлены иммуноопосредованной воспалительной реакцией, лекарственным повреждением печени, застоем в печени и внепеченочным высвобождением трансаминаз, а также возможной прямой инфекцией гепатоцитов [10].

Хроническая усталость, астенизация, слабость, головная боль, одышка и сниженный психоэмоциональный фон также являются наиболее часто описываемыми симптомами после перенесенной инфекции COVID-19.

Реабилитационные мероприятия позволяют значительно восстановить дыхательную функцию у пациентов, улучшить психоэмоциональное состояние и качество жизни, сократить сроки временной нетрудоспособности [2]. Пациенты, перенесшие среднетяжелую и тяжелую формы НКИ COVID-19, нуждаются в обязательной комплексной реабилитации, включая ее санаторно-курортный этап.

Развитие постковидного синдрома после перенесенной тяжелой формы COVID-19 часто требует применения медикаментозной терапии, что может приводить к полипрагмазии и увеличению ятрогенной нагрузки на гепатобилиарную систему. При этом, поскольку коморбидная патология — фактор риска тяжелого течения инфекции COVID-19, оптимизация лекарственной терапии также является приоритетным направлением на этапе медицинской реабилитации данной категории пациентов [11].

Целесообразным считается использование препаратов, оказывающих мультитаргетное воздействие на организм. Одним из таких препаратов является пептидный препарат — гидролизат плаценты человека Лаеннек, который имеет противовоспалительный, иммуномодулирующий, регенеративный, гепатопротекторный эффекты, а также оказывает общетонизирующее, адаптогенное воздействие на организм [12–14].

Препарат Лаеннек зарегистрирован в России в качестве гепатопротектора и иммуномодулятора, повышающего функциональную активность фагоцитов

и Т-клеток, предотвращающего гибель гепатоцитов и других паренхимальных клеток. Он характеризуется высокой степенью фармацевтической стандартизации и разнонаправленностью терапевтического действия. Соответственно, Лаеннек обладает потенциалом для компенсации полиорганной патологии, характерной для COVID-19. В недавно завершеном исследовании применения этого препарата при неалкогольной жировой болезни печени показана его высокая эффективность в снижении показателей системного воспаления, в том числе уровня ферритина [15].

ЦЕЛЬ

Изучение клинической эффективности применения лекарственного препарата Лаеннек в реабилитационном периоде в качестве гепатопротектора и иммуномодулятора у мультиморбидных пациентов, перенесших новую коронавирусную инфекцию COVID-19.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Клиническое проспективное исследование проводилось на базе Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский Центр реабилитации и курортологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации с апреля по декабрь 2022 г. Дизайн исследования был одобрен локальным этическим комитетом ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России. После подписания добровольного информированного согласия пациенты включались в исследование методом простой рандомизации.

В исследование были включены 40 пациентов в возрасте от 30 до 60 лет, мужчин — 23, женщин — 17, перенесших НКИ средней или тяжелой степени тяжести давностью от 1 до 6 месяцев, с наличием стеатоза и/или стеатогепатита (повышение печеночных ферментов и/или изменения структуры печени по данным УЗИ), рандомизированных на 2 сопоставимые группы.

Основная группа — 20 пациентов, из них 9 мужчин и 11 женщин, в возрасте от 30–59 лет, которые в рамках дневного стационара получали комплексную программу медицинской реабилитации после COVID-19, включающую 8 групповых занятий лечебной физкультурой в зале; 8 процедур медицинского массажа спины; 8 процедур спелеовоздействия; 8 процедур лазеротерапии низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) длиной волны 890 нм на область грудной клетки; 8 процедур общей магнитотерапии индукцией 10 мТл, а также 8 процедур суховоздушных углекислых ванн (СУВ). Всем пациентам также проводилась медикаментозная терапия лекарственным препаратом Лаеннек внутривенно капельно по 10,0 мл (5 ампул) на 300–500 мл 0,9 % раствора натрия хлорида 3 раза в неделю, на курс — 6 внутривенных капельных вливаний.

Группа сравнения включала 20 пациентов в возрасте 33–60 лет, 14 мужчин и 6 женщин, проходящих аналогичную комплексную программу медицинской реабилитации, но без инфузий препарата Лаеннек. Медицинская реабилитация проводилась в рамках круглосуточного стационара.

Длительность клинического вмешательства в обеих исследуемых группах составила 12 дней.

Методы исследования

Для оценки эффективности комплексной медицинской реабилитации применялись клинические, лабораторные, функциональные методы исследования, а также субъективные исследования на основе психологических шкал и опросников.

Лабораторные исследования включали в себя оценку показателей развернутого общего (клинического) анализа крови, показателей печеночных трансаминаз (АЛТ, АСТ), липидограммы (общий холестерин, ЛПНП, ЛПВП, триглицериды), биохимических показателей (креатинина, глюкозы, ГГТ, общего билирубина, щелочной фосфатазы, общего белка, альбумина), а также провоспалительных биомаркеров (С-реактивный белок [СРБ], ферритин, ИЛ-1, ИЛ-6, ФНО- α).

Клинические методы исследования включали анализ выраженности жалоб, данных анамнеза (наличие коморбидной патологии, лекарственная терапия по поводу коморбидной патологии), антропометрические показатели (масса тела, индекс массы тела [ИМТ]) до и после лечения.

Применялись субъективные исследования на основе оценки астении по данным субъективной шкалы оценки астении (Multidimensional Fatigue Inventory — MFI-20); оценки депрессивного расстройства по опроснику самодиагностики депрессии пациента (Patient Health Questionnaire-9 — PHQ-9); оценки тревожного расстройства по данным опросника (Generalized Anxiety Disorder-7 — GAD-7); оценки качества жизни по данным опросника SF-12 (Medical Outcomes Study Short Form — 12; MOS — SF-12).

Переносимость лечения оценивалась в соответствии с зарегистрированными побочными эффектами, вызванными лечением/курсом реабилитации на протяжении всего исследования, и фиксировались в первичной документации пациента. Оценка выраженности жалоб пациентов проводили по 4-балльной системе, где: 1 балл — отсутствие жалоб; 2 — жалобы возникают иногда, 3 — жалобы возникают часто, 4 балла — жалобы присутствуют постоянно.

Статистическая обработка результатов проводилась в программе Microsoft Statistica 10.0 (StatSoft, США) с использованием непараметрических методов. Значения показателей в группах представлены в виде медианы и 25-го/75-го квартилей — Me [Q1; Q3]. Сравнительный анализ данных осуществляли с использованием критерия Вилкоксона (для определения различий внутри исследуемых групп). Разница между исследуемыми группами рассчитывалась по критерию Манна — Уитни. Различия считали достоверными при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Исходно пациенты двух групп были сопоставимы по возрасту, росту, а также массе тела и ИМТ ($p > 0,05$). Значения ИМТ пациентов основной группы составляли 28,3 [24,8; 30,6], в группе сравнения — 28,1 [26,45; 30,89] ($p > 0,05$). У пациентов обеих исследуемых групп выявлена следующая коморбидная патология: артериальная гипертензия, сахарный диабет, ожирение, заболевания органов пищеварения, включая заболевания печени и желчного пузыря. При этом в целом частота той или

иной патологии не имела межгрупповых различий ($p > 0,05$ по критерию χ^2).

Пациенты, включенные в исследование, продолжали прием фармацевтических препаратов, ранее назначенных лечащим врачом по поводу имеющейся коморбидной патологии: гипогликемические и гиполлипидемические средства, гипотензивные препараты, нестероидные противовоспалительные препараты, антиагреганты, гастропротекторы и противоязвенные препараты.

При анализе проявлений постковидного синдрома у пациентов анализируемых групп были выявлены жалобы на быструю утомляемость, общую слабость, одышку, нарушение памяти и внимания, головную боль, нарушение сна и повышенную тревожность, отсутствующие в большинстве случаев до заболевания COVID-19.

После проведенного курса реабилитации в основной группе и группе сравнения отмечено существенное снижение количества жалоб на быструю утомляемость, одышку, головную боль, тревожность и учащенное сердцебиение ($p < 0,05$). Кроме того, в основной группе отмечалось существенное снижение жалоб на общую слабость и нарушение сна ($p < 0,05$). Субъективные оценки жалоб на нарушение памяти и концентрации внимания в основной группе после курса реабилитации были значимо ($p < 0,05$) ниже, чем в группе сравнения (табл. 1).

В ходе проведенного вербально-коммуникативного обследования с применением шкалы оценки астении MFI-20 в основной группе, пациенты которой получали на фоне проводимой немедикаментозной реабилитации курс лечения препаратом Лаеннек, отмечена выраженная положительная динамика по показателю «Пониженная активность» ($p < 0,05$) без значимых межгрупповых различий (табл. 2).

При анализе результатов опросников депрессивного расстройства PHQ-9 и тревожного расстройства GAD-7 у пациентов основной группы отмечалось значимое снижение значений выраженности депрессии и тревоги ($p < 0,05$). Умеренная и тяжелая депрессия в основной группе наблюдалась (общий балл > 10): до — у 8 пациентов (40 %), после — у 2 пациентов (10 %). Умеренная тревога (5–9 баллов): исходно — у 7 пациентов (35 %), после — у 1 (5 %). Повышенный и высокий уровень тревоги (15–21 балл): до — у 5 пациентов (25 %), после — у 1 (5 %) (табл. 3).

В группе сравнения также отмечалось снижение значений выраженности депрессии и тревоги, но в меньшей степени. Умеренная и тяжелая депрессия в группе сравнения наблюдалась (общий балл > 10): до — у 6 пациентов (30 %), после — у 4 пациентов (20 %). Умеренная тревога (5–9 баллов): исходно — у 6 пациентов (30 %), после — у 6 пациентов (30 %). Повышенный и высокий уровень тревоги (15–21 балл): до — у 4 пациентов (20 %), после — у 1 пациента (5 %).

При сравнительном анализе показателей физического и психического здоровья по шкале SF-12 отмечено существенно значимое улучшение значений общего физического здоровья (PCS-12) в основной группе после проведенного лечения по сравнению с группой сравнения (табл. 4).

Таблица 1. Динамика выраженности жалоб пациентов до и после программы реабилитации (по 4-балльной шкале)
Table 1. Dynamics of the severity of patient complaints before and after the rehabilitation program (on a 4-point scale)

Параметр / Parameter	Основная группа / Main group		Группа сравнения / Comparison group	
	До / Before	После / After	До / Before	После / After
Быстрая утомляемость / Rapid fatigue	[2; 3]	2 [1,25; 3]*	3 [2; 3,75]	2 [1,25; 3]*
Одышка / Shortness of breath	2 [1; 2,75]	2 [1; 2]*	2 [1,25; 3]	1,5 [1; 2]*
Нарушение памяти / Memory impairment	2 [2; 3]	2 [1; 2]**	3 [2; 3]	2 [1; 3]
Нарушение концентрации внимания / Impaired concentration	2 [1,25; 3]	2 [1; 2]**	2 [2; 3]	2 [1; 3]
Боль в груди / Chest pain	1 [1; 1]	1 [1; 1]	2 [1,25; 3]	2 [1; 2]
Боль в суставах / Joint pain	2 [1; 2,75]	1,5 [1; 2]	2 [1; 2]	2 [1; 2]
Боль в мышцах / Muscle pain	1,5 [1; 2]	1 [1; 2]	2 [1; 2]	2 [1; 2]
Головная боль / Headache	2 [2; 3]	2 [1; 2]*	2 [1; 3]	2 [1; 2]*
Нарушение обоняния / Olfactory disturbance	1 [1; 2]	1 [1; 1]	1 [1; 2]	1 [1; 1,75]
Нарушение вкуса / Taste disturbance	1 [1; 2]	1 [1; 1]	1 [1; 2]	1 [1; 1,75]
Нарушения со стороны ЖКТ / Gastrointestinal disorders	2 [1; 3]	1 [1; 2]	2 [1; 3]	2 [1; 2]
Нарушение сна / Sleep disturbance	3 [2; 3]	2 [1; 2,75]*	3 [2; 3]	2,5 [1; 3]
Общая слабость / General weakness	3 [2; 3,75]	2 [1; 2,75]*	3 [2; 4]	2 [1; 3]
Кашель / Cough	1,5 [1; 2]	1 [1; 1]	1 [1; 2]	1 [1; 1]
Тревожность / Anxiety	2 [2; 3]	1,5 [1; 2]*	2 [1,25; 3]	2 [1; 2]*
Учащенное сердцебиение / Heart palpitations	2 [2; 2]	1,5 [1; 2]*	2 [1; 2]	1 [1; 2]*

Примечание: * $p < 0,05$ — достоверность различий по сравнению с исходными показателями (критерий Вилкоксона); ** $p < 0,05$ — достоверность различия между группами (критерий Манна — Уитни).

Note: * $p < 0.05$ — significance of differences compared to baseline indicators (Wilcoxon test); ** $p < 0.05$ — significance of differences between groups (Mann-Whitney test).

Таблица 2. Изменения данных пациентов до и после программы лечения согласно субъективной шкале оценки астении MFI-20 (баллы)

Table 2. Changes in patient data before and after the treatment program according to the subjective asthenia rating scale MFI-20 (points)

Признак / Sign	Основная группа / Main group		Группа сравнения / Comparison group	
	До / Before	После / After	До / Before	После / After
Общая астения / General asthenia	11,5 [10; 13,75]	12 [10; 12,75]	11 [10,25; 13]	11 [10,25; 11,75]
Пониженная активность / Decreased activity	13 [11; 14]	12 [10; 12,75]*	12,5 [11,25; 14,75]	12 [11; 14,75]
Снижение мотивации / Decreased motivation	12 [11; 14]	12 [11,25; 13,75]	12 [11; 12,75]	12 [11; 13]
Физическая астения / Physical asthenia	13 [11,25; 14]	12 [12; 14]	12 [12; 12]	12 [12; 12]
Психическая астения / Mental asthenia	12 [12; 13,75]	12 [11,25; 13]	12 [12; 12]	11,5 [10; 12]
Общий балл / Total score	61 [59; 65]	56,5 [53,25; 60,75]	61,5 [59,25; 63,5]	58 [58; 62]

Примечание: * $p < 0,05$ — достоверность различий по сравнению с исходными показателями (критерий Вилкоксона).

Note: * $p < 0.05$ — significance of differences compared with initial indicators (Wilcoxon test).

Таблица 3. Динамика уровня депрессивного расстройства PHQ-9 и диагностики тревожного расстройства GAD-7
Table 3. Dynamics of the level of depressive disorder PHQ-9 and diagnosis of anxiety disorder GAD-7

Признак / Sign	Основная группа / Main group		Группа сравнения / Comparison group	
	До / Before	После / After	До / Before	После / After
Выраженность депрессии / Depression severity	8 [7; 13]	2 [1; 4,75]*	5 [3; 13,75]	3,5 [2; 9,5]*
Выраженность тревоги / Anxiety severity	7 [4; 11,75]	1 [1; 3,75]*	7,5 [4; 13]	4,5 [2; 8]*

Примечание: * $p < 0,05$ — достоверность различий по сравнению с исходными показателями (критерий Вилкоксона).
Note: * $p < 0.05$ — significance of differences compared with initial indicators (Wilcoxon test).

Таблица 4. Динамика показателей субъективной оценки качества жизни у пациентов до и после комплексной реабилитации по шкале SF-12
Table 4. Dynamics of indicators of subjective assessment of quality of life in patients before and after complex rehabilitation on the SF-12 scale

Показатели / Indicators	Основная группа / Main group		Группа сравнения / Comparison group	
	До / Before	После / After	До / Before	После / After
Физическое здоровье / Physical Score PCS-12	38,02 [35,03; 46,66]	52,50 [47,97; 55,37]**	39,91 [34,61; 46,33]	49,23 [42,59; 54,38]*
Психическое здоровье / Mental Score MCS-12	48,14 [38,47; 55,29]	45,80 [38,10; 54,22]	48,28 [38,55; 52,88]	48,06 [55,56; 35,62]

Примечание: * $p < 0,05$ — достоверность различий по сравнению с исходными показателями (критерий Вилкоксона); ** $p < 0,05$ — достоверность различия между группами (критерий Манна — Уитни).
Note: * $p < 0.05$ — significance of differences compared to baseline indicators (Wilcoxon test); ** $p < 0.05$ — significance of differences between groups (Mann-Whitney test)

При анализе исходных уровней лабораторных показателей не было выявлено существенных различий между основной группой и группой сравнения ($p > 0,05$).

После проведенного курса реабилитации с применением препарата Лаеннек отмечено снижение показателей липидного профиля: общего холестерина, триглицеридов плазмы крови, что может свидетельствовать о снижении накопления липидов (триглицеридов) в печени за счет репаративного действия препарата Лаеннек на функцию гепатоцитов. У пациентов группы сравнения отмечено достоверно значимое снижение только уровня общего холестерина, что может быть обусловлено воздействием на липидный обмен гипокалорийной диеты, применяемой в стационаре, и лечебной гимнастики в зале (табл. 5).

Важным представляется факт положительной динамики показателей печеночных трансаминаз сыворотки крови, являющихся маркерами токсического повреждения гепатоцитов у пациентов обеих групп. Так, у пациентов основной группы (с применением препарата Лаеннек) отмечено снижение АЛТ после лечения с 48,3 [37,7; 59,3] ЕД/л до 23,3 [13,8; 45,5] ЕД/л ($p < 0,05$), АСТ — с 34,9 [18,0; 65,2] ЕД/л до 21,6 [17,5; 33,6] ЕД/л ($p < 0,05$). В группе сравнения также отмечена положительная динамика

показателей АЛТ и АСТ, однако снижение уровня печеночных ферментов в основной группе существенно значимо ($p < 0,05$) превышало снижение данных показателей в группе сравнения, что свидетельствовало о более выраженном улучшении детоксикационной функции гепатоцитов при включении препарата Лаеннек в программу реабилитации (табл. 5).

При анализе динамики маркеров системного воспаления в сыворотке крови после проведенного курса реабилитации только у пациентов основной группы выявлено снижение уровня таких прогностически неблагоприятных при COVID-19 повышенных провоспалительных маркеров, как ферритин — с 89,89 [30,3; 154,37] до 75,91 [36,2; 111,2] нг/мл ($p < 0,05$), и ИЛ-6 — с 8 [3,3; 19,3] до 3,4 [2,6; 17,3] ($p < 0,05$), что может быть обусловлено противовоспалительной активностью ряда пептидов, входящих в состав препарата Лаеннек.

У пациентов группы сравнения не было отмечено достоверной положительной динамики показателей маркеров системного воспаления: СРБ, ферритина, ИЛ-6.

В ходе проведения исследования в основной группе с применением препарата Лаеннек установлено, что все 20 (100 %) пациентов удовлетворительно перенесли процедуры, нежелательных реакций на внутривенные вливания не выявлено.

Таблица 5. Динамика показателей липидограммы, печеночных ферментов, уровня глюкозы и провоспалительных цитокинов в крови пациентов с постковидным синдромом до и после лечения

Table 5. Dynamics of lipid profile parameters, liver enzymes, glucose levels and pro-inflammatory cytokines in the blood of patients with post-COVID syndrome before and after treatment

Показатели / Indicators	Основная группа / Main group		Группа сравнения / Comparison group	
	До / Before	После / After	До / Before	После / After
Глюкоза, ммоль/л / Glucose, mmol/L	5,28 [4,94; 5,7]	5,08 [4,85; 5,58]	5,36 [4,92; 6,35]	5,69 [5,2; 5,8]
Белок общий, г/л / Total protein, g/L	78,5 [75; 80,6]	78,1 [74,1; 80,6]	76,25 [68,73; 78,7]	77,35 [68,6; 79,3]
Креатинин, мкмоль/л / Creatinine, μmol/L	87,7 [78; 99]	83,1 [69,2; 97]	84,45 [78,62; 93,85]	82,7 [73,42; 86]
Билирубин общий, мкмоль/л / Total bilirubin, μmol/L	13,1 [9,4; 20,1]	13 [10,1; 19,3]	14,8 [8,86; 24,8]	13,15 [11,92; 22,1]
Триглицериды, ммоль/л / Triglycerides, mmol/L	2,01 [0,98; 2,58]	1,2 [0,63; 2,04]*	1,81 [1,21; 2,74]	1,74 [1,27; 2,45]
Холестерин, ммоль/л / Cholesterol, mmol/L	6,13 [4,57; 6,82]	5,57 [4,48; 6,33]*	5,7 [4,55; 7,1]	4,52 [3,6; 6,02]*
Холестерин ЛПВП, ммоль/л / HDL cholesterol, mmol/L	1,06 [0,93; 1,36]	1,1 [0,99; 1,36]	1,05 [0,89; 1,23]	1,03 [0,81; 1,2]
Холестерин ЛПНП, ммоль/л / LDL cholesterol, mmol/L	2,5 [1,36; 3,34]	2,2 [1,3; 2,8]	2,63 [1,93; 3,25]	2,31 [1,87; 2,3]
С-реактивный белок высокочувствительный, мг/мл / High-sensitivity C-reactive protein, mg/mL	0,1 [0,1; 0,2]	0,1 [0,1; 0,1]	0,1 [0,1; 0,2]	0,1 [0,1; 0,2]
СОЭ, мм/ч / ESR, mm/h	8 [4; 12]	7 [4; 10]	6,5 [4,75; 18,75]	5,5 [4,75; 19]
Ферритин, нг/мл / Ferritin, ng/mL	89,89 [30,3; 154,37]	75,91 [36,2; 111,2]***	116,5 [74,3; 186,5]	133,04 [100,3; 263,8]
АЛТ, ЕД/л / ALT, U/L	48,3 [37,7; 59,3]	23,3 [13,8; 45,5]***	47,5 [43,5; 63,9]	35,7 [27,65; 55,77]*
АСТ, ЕД/л / AST, U/L	34,9 [18,65; 2]	21,6 [17,5; 33,6]***	35,35 [27,6; 67,27]	27,8 [24; 33,3]*
ИЛ-1, пг/мл / IL-1, pg/mL	5 [5,0; 8,7]	5 [5,0; 5,9]	5 [5; 5]	5 [5; 5]
ИЛ-6, пг/мл / IL-6, pg/mL	10,4 [4,5; 42,3]	6,5 [3,2; 27,3]*	7,67 [1,5; 12]	5,18 [1,5; 7,07]
ФНО, пг/мл / TNF, pg/mL	7,0 [5,5; 45,5]	5,9 [5,1; 13,30]	9,75 [8,82; 12,9]	11,25 [9,77; 14,37]

Примечание: * $p < 0,05$ — достоверность различий по сравнению с исходными показателями (критерий Вилкоксона); ** $p < 0,05$ — достоверность различия между группами (критерий Манна — Уитни).

Note: * $p < 0.05$ — significance of differences compared to baseline indicators (Wilcoxon test); ** $p < 0.05$ — significance of differences between groups (Mann-Whitney test).

ОБСУЖДЕНИЕ

Ранняя медицинская реабилитация и последующее санаторно-курортное лечение пациентов после перенесенного заболевания COVID-19 позволяют добиться эффективного клинического восстановления пациентов и не допустить развития длительного постковидного синдрома.

Включение в программу медицинской реабилитации, а также в программу санаторно-курортного лечения пациентов с постковидным синдромом базовых физиотерапевтических методик, таких как лазерная терапия, спелеотерапия, методов ЛФК и медицинского

массажа (согласно Временным методическим рекомендациям «Медицинская реабилитация при новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 3 (01.11.2022)», утв. Минздравом России), приводит к активации функциональных систем организма в физиологических пределах. При этом стимулируются биоэнергетические и регенераторные процессы, оказывая на организм противовоспалительное и иммуномодулирующее действие, активируются процессы микро- и лимфоциркуляции, что может приводить к нивелированию постковидных симптомов и повышению качества жизни.

Эффективность использования указанных методов и технологий в программах медицинской реабилитации пациентов после инфекционных заболеваний, включая COVID-19, подтверждается проведенными на базе ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России исследованиями [1, 16, 17].

В то же время на настоящий момент не существует данных о прямом влиянии методов медицинской реабилитации и санаторно-курортного лечения на жировой и углеводный обмен, а также купирование воспалительного процесса и коррекцию биомаркеров воспаления (СРБ, ИЛ-6, ферритина) у таких пациентов. Кроме того, важным аспектом эффективности проводимой комплексной медицинской реабилитации служит наличие достаточного уровня защитных ресурсов организма, а также реабилитационного потенциала, зависящих от эффективного расходования экзогенных и эндогенных макро- и микронутриентов, обусловленных митохондриальной дисфункцией.

Несмотря на эффективность отработанных схем и программ с применением методов физической реабилитации и физиотерапевтических методик, ведется поиск новых подходов и технологий, повышающих результативность лечебно-реабилитационных программ у мультиморбидных пациентов после перенесенных в тяжелой форме инфекционных заболеваний. В качестве дополнения к основным методикам медицинской реабилитации может выступать лекарственный препарат Лаеннек, оказывающий за счет своего комплексного состава широкий спектр терапевтических эффектов, в частности у пациентов с метаболическим синдромом и заболеваниями печени, в том числе перенесших COVID-19.

В выполненном исследовании после проведенного курса реабилитации достигнута положительная динамика клинического статуса, проявляющаяся в снижении выраженности жалоб на быструю утомляемость, одышку, головную боль, тревожность и учащенное сердцебиение у пациентов обеих исследуемых групп, что свидетельствовало об эффективности комплексной реабилитации, включающей преформированные и природные физические факторы. Существенно значимая положительная динамика выраженности жалоб на общую слабость и нарушение сна, а также показателей нарушения памяти и нарушения концентрации внимания в основной группе могут свидетельствовать о достижении анаболических, нейротрофических и биоэнергетических эффектов биологически активных компонентов (пептидов, аминокислот) препарата Лаеннек [18–20]. Анаболические эффекты, сопровождающиеся повышением эффективности метаболизма биосубстратов и энергопродукции у пациентов с синдромом хронической усталости, были установлены в проведенном ранее исследовании за счет коррекции митохондриальных дисфункций, о чем свидетельствовало значимое повышение концентрации в крови общего и свободного L-карнитина после курсового воздействия препарата Лаеннек у данных пациентов [21, 22].

Так как постковидное состояние в большинстве случаев сопровождается синдромом хронической усталости, снижение проявлений физической и психической астении после курса реабилитации, а также улучшение показателя «пониженной активности» по шкале астении MFI-20 нашло свое отражение и в повышении качества жизни (согласно опроснику SF-12). Данный эф-

фект связан, очевидно, с модуляцией функции митохондрий и активацией функций надпочечников благодаря дотации витаминами и аминокислотами, входящими в состав препарата Лаеннек. Так, например, аминокислоты аланин, глицин, серин, цистеин, треонин, лейцин и триптофан подвергаются окислительному расщеплению и, вовлекаясь в цикл Кребса, служат источником образования энергии [23]. Такая активация митохондрий позволяет пациенту более продуктивно проходить программу медицинской реабилитации, с более выраженной клинической эффективностью. Нельзя исключить и значимые эффекты, связанные с наличием витаминов и ростовых факторов, обеспечивающих активацию процессов нейро- и синаптогенеза, оптимизацию мозгового кровотока [24–26].

Параллельно со снижением значений показателей хронической усталости у пациентов после применения препарата Лаеннек в комплексе с массажем спины, дыхательной гимнастикой и сеансами спелеотерапии отмечалось значимое снижение выраженности депрессивных и тревожных расстройств, что можно связать с дотацией аминокислот и пептидов, уровни которых снижаются у пациентов после перенесенных острых заболеваний, а также нормализацией гормонального гомеостаза и активацией работы гипоталамо-гипофизарной системы посредством воздействия биорегуляторными пептидами и ростовыми факторами.

Важным представляется факт значимого улучшения показателей липидного обмена у пациентов с постковидным синдромом со стеатозом и стеатогепатитом после курса реабилитации с включением курса инфузий препарата Лаеннек: снижение показателей общего холестерина и триглицеридов плазмы крови может свидетельствовать о снижении накопления липидов (триглицеридов) в печени за счет репаративного действия препарата Лаеннек на функцию гепатоцитов.

Отмеченная положительная динамика показателей печеночных трансаминаз сыворотки крови, являющихся маркерами токсического повреждения гепатоцитов, у пациентов обеих исследуемых групп свидетельствовала об улучшении детоксикационной активности гепатоцитов на фоне немедикаментозного лечения. Однако снижение уровня печеночных ферментов (АЛТ, АСТ) в основной группе существенно значимо превышало снижение данных показателей в группе сравнения, что могло свидетельствовать о гепатопротекторном эффекте препарата Лаеннек, обусловленном входящими в состав препарата аминокислотами (глицин, цистеин, таурин и т. д.), витаминами (витамины группы В, витамин С) и микроэлементами (цинк, магний, медь, селен, молибден и т. д.), которые поддерживают реакции 1-й и 2-й фазы детоксикации печени, выступая в качестве кофакторов и способствуя выведению экзо- и эндотоксинов [27]. Тем самым нивелируется негативное влияние на печень и организм в целом токсических лекарственных препаратов, используемых в процессе лечения COVID-19 и в процессе коррекции постковидного состояния.

Нормализация же повышенных провоспалительных маркеров, таких как ферритин ($p < 0,05$) и ИЛ-6 ($p < 0,05$), а также снижение скорости оседания эритроцитов и уровня СРБ в крови через месяц после окончания лечения ($p < 0,05$) у пациентов основной группы может

свидетельствовать о наличии противовоспалительного и иммунорегуляторного действия исследуемого пептидного плацентарного препарата Лаеннек, что подтверждается отсутствием такового эффекта в группе сравнения. Данный факт говорит о препарате Лаеннек как о перспективном дополнении к комплексной немедикаментозной реабилитации пациентов после перенесенной инфекции COVID-19 с целью коррекции маркеров воспаления и иммунокоррекции [7].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведенное исследование по изучению эффективности применения лекарственного препарата Лаеннек в комплексной медицинской реабилитации пациентов, перенесших НКИ COVID-19, установило значимую клиническую эффективность и безопасность применения данного препарата.

Установлено, что включение препарата Лаеннек в комплексную реабилитацию пациентов, перенесших НКИ COVID-19, улучшает показатели качества жизни, физического здоровья, а также существенно снижает выраженность жалоб на нарушение памяти, концентрации внимания, общую слабость и нарушение сна, что обусловлено, по-видимому, анаболическим, нейротрофическим и биоэнергетическим эффектами биологически активных компонентов (пептидов, аминокислот) препарата Лаеннек.

Достигнутое существенно более значимое снижение показателей содержания в крови триглицеридов, пече-

ночных трансаминаз обусловлено гепатопротекторным эффектом препарата Лаеннек за счет входящих в состав препарата аминокислот (глицин, цистеин, таурин и т. д.), витаминов (витамины группы В, витамин С), микроэлементов (цинк, магний, медь, селен, молибден и т. д.) и ростовых факторов, которые поддерживают реакции 1-й и 2-й фазы детоксикации печени, выступая в качестве кофакторов и способствуя выведению экзо- и эндотоксинов.

Противовоспалительное и иммуномодулирующее действие препарата Лаеннек подтверждалось нормализацией повышенных провоспалительных маркеров, таких как ферритин и ИЛ-6, а также снижением уровня СРБ в крови непосредственно после лечения и через месяц после окончания лечения у пациентов основной группы.

Таким образом, включение препарата Лаеннек в программы медицинской реабилитации и санаторно-курортного лечения позволяет повысить эффективность лечения, а также качество жизни мультиморбидных пациентов, перенесших НКИ, за счет мультитаргетного влияния полипептидного состава гидролизата плаценты на митохондриальную дисфункцию, провоспалительный каскад, а также гепатоцеллюлярный обмен. При этом применение препарата Лаеннек за счет поливалентного действия на разные патогенетические мишени при постковидном синдроме позволяет также снизить общую лекарственную нагрузку на организм, что в определенной степени позволяет избежать побочных эффектов полипрагмазии.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Юрова Ольга Валентиновна, доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по научной работе и образовательной деятельности, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7626-5521>

Кончугова Татьяна Венедиктовна, доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник отдела физиотерапии и рефлексотерапии, заведующая кафедрой восстановительной медицины, физической терапии и медицинской реабилитации ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0991-8988>

Апханова Татьяна Валерьевна, доктор медицинских наук, главный научный сотрудник отдела физиотерапии и рефлексотерапии, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

E-mail: apkhanovativ@nmicrk.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3852-2050>

Гильмутдинова Ильмира Ренатовна, кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник отдела биомедицинских технологий, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6743-2615>

Васильева Валерия Александровна, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела соматической реабилитации, репродуктивного здоровья и ак-

тивного долголетия, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6526-4512>

Кульчицкая Детелина Борисовна, доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник отдела физиотерапии и рефлексотерапии, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7785-9767>

Марченкова Лариса Александровна, доктор медицинских наук, главный научный сотрудник отдела соматической реабилитации, репродуктивного здоровья и активного долголетия, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1886-124X>

Глазачев Олег Станиславович, доктор медицинских наук, профессор кафедры нормальной физиологии Первого МГМУ им. И.М. Сеченова.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9960-6608>

Дудник Елена Николаевна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры нормальной физиологии Первого МГМУ им. И.М. Сеченова.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4571-1781>

Ансокова Марьяна Аркадьевна, младший научный сотрудник отдела соматической реабилитации, репродуктивного здоровья и активного долголетия, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8888-6149>

Вклад авторов. Все авторы подтверждают свое авторство в соответствии с международными критериями ICMJE (все авторы внесли значительный вклад в концепцию, дизайн исследования и подготовку статьи, прочитали и одобрили окончательный вариант до публикации). Наибольший вклад распределен следующим образом: Юрова О.В., Кончугова Т.В., Апханова Т.В. — концепция, дизайн, анализ источников, подготовка текста, редакция; Юрова О.В. — заключение, участие в одобрении окончательной версии статьи; Кульчицкая Д.Б., Марченкова Л.А. — анализ источников, подготовка текста; Гильмутдинова И.Р., Васильева В.А., Ансокова М.А. — набор клинического материала, ведение пациентов; Глазачев О.С., Дудник Е.Н. — статистическая обработка психологических тестов.

Источники финансирования. Данное исследование было выполнено по договору № 22-18-КИ от 05.04.2022 между ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России и ООО «Фармацевтическая корпорация «РАНА».

Конфликт интересов. Кончугова Т.В. — председатель редакционного совета журнала «Вестник восстановительной медицины», Юрова О.В. — заместитель главного редактора журнала «Вестник восстановительной медицины». Остальные авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Доступ к данным. Данные, подтверждающие выводы этого исследования, можно получить по обоснованному запросу у корреспондирующего автора.

ADDITIONAL INFORMATION

Olga V. Yurova, Dr.Sci. (Med.), Professor, Deputy Director for Science and Professional Education, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7626-5521>

Tatiana V. Konchugova, Dr.Sci. (Med.), Professor, Chief Researcher of the Department of Physiotherapy and Reflexology, Head of the Department of Rehabilitation Medicine, Physical Therapy and Medical Rehabilitation, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0991-8988>

Tatiana V. Apkhanova, Dr.Sci. (Med.), Chief Researcher of the Department of Physiotherapy and Reflexology, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

E-mail: apkhanovatv@nmicrk.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3852-2050>

Ilmira R. Gilmutdinova, Ph.D. (Med.), Leading Researcher of the Department of Biomedical Technologies, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6743-2615>

Valeriia A. Vasileva, Ph.D. (Med.), Senior Researcher, Department of Somatic Rehabilitation, Reproductive Health and Active Longevity, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6526-4512>

Detelina B. Kulchitskaya, Dr.Sci. (Med.), Professor, Chief Researcher of the Department of Physiotherapy and Reflexology, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7785-9767>

Larisa A. Marchenkova, Dr.Sci. (Med.), Chief Researcher of the Department of Somatic Rehabilitation, Reproductive Health and Active Longevity, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1886-124X>

Oleg S. Glazachev, Dr.Sci. (Med.), Professor of the Department of Normal Physiology, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9960-6608>

Elena N. Dudnik, Ph.D. (Med.), Associate Professor of the Department of Normal Physiology, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4571-1781>

Maryana A. Ansokova, Junior Researcher, Department of Somatic Rehabilitation, Reproductive Health and Active Longevity, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8888-6149>

Author Contributions. All authors confirm their authorship in accordance with the international ICMJE criteria (all authors made significant contributions to the concept, study design and preparation of the article, read and approved the final version before publication). The largest contribution is distributed as follows: Yurova O.V., Konchugova T.V., Apkhanova T.V. — concept, design, analysis of sources, text preparation, editing; Yurova O.V. — conclusion, participation in approval of the final version of the article; Kulchitskaya D.B., Marchenkova L.A. — analysis of sources, preparation of text; Gilmutdinova I.R., Vasilyeva V.A., Ansokova M.A. — collection of clinical material, patient management; Glazachev O.S., Dudnik E.N. — statistical processing of psychological tests.

Funding. This study was carried out under agreement No. 22-18-KI dated 04.05.2022 between the Federal State Budgetary Institution "National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology" of the Ministry of Health of Russia and LLC Pharmaceutical Corporation "RANA".

Disclosure. Konchugova T.V. — Chairman of the Editorial Board of the journal "Bulletin of Restorative Medicine", Yurova O.V. — Deputy Editor-in-Chief of the journal "Bulletin of Restorative Medicine". The remaining authors declare no conflict of interest.

Data Access Statement. The data supporting the conclusions of this study are available upon reasonable request from the corresponding author.

Список литературы / References

1. Марченкова Л.А., Гильмутдинова И.Р. Тяжесть, особенности течения и принципы реабилитации COVID-19 у пациентов с отягощенным соматическим анамнезом. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2022; 99(3–2): 133–4. [Marchenkova L.A., Gilmutdinova I.R. Severity, features of the course and principles of rehabilitation of COVID-19 in patients with a burdened somatic history. Problems of Balneology, Physiotherapy and Exercise Therapy. 2022; 99(3–2): 133–4. (In Russ.)]
2. Вербова Д.Н., Петрова М.С., Бояринцев В.В. и др. Учебно-методическое пособие «Медицинская реабилитация и санаторно-курортное лечение пациентов, перенесших COVID-19». ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента Российской Федерации. 2021; 96 с. [Verbova D.N., Petrova M.S., Boyarincev V.V. i dr. Uchebno-metodicheskoe posobie «Medicinskaya

- reabilitaciya i sanatorno-kurortnoe lechenie pacientov, perenessih COVID-19». FGBU DPO «Central'naya gosudarstvennaya medicinskaya akademiya» Upravleniya delami Prezidenta Rossijskoj Federacii. 2021; 96 p. (In Russ.)]
3. Коронавирус COVID-19: Официальная информация о коронавирусе в России. Доступно на: <https://объясняем.рф/stopkoronavirus/> (дата обращения: 20.12.2023) [Koronavirus COVID-19: Oficial'naya informaciya o koronavirusе v Rossii. Available at: <https://объясняем.рф/stopkoronavirus/> (Accessed December 20, 2023) (In Russ.)]
 4. Carod-Artal F.J. [Síndrome post-COVID-19: epidemiología, criterios diagnósticos y mecanismos patogénicos implicados]. *Revista de neurologia*. 2021; 72(11): 384–96. <https://doi.org/10.33588/rn.7211.2021230>
 5. COVID-19 rapid guideline: managing the long-term effects of COVID-19. National Institute for Health and Care Excellence (NICE). London, 2020.
 6. Shi Y., Zhou G., Li Q. Asynchronous actions of immune responses in COVID-19 patients. *Signal Transduction and Targeted Therapy*. 2020; 5(1): 284. <https://doi.org/10.1038/s41392-020-00424-z>
 7. Zhou T., Su T.T., Mudianto T., Wang J. Immune asynchrony in COVID-19 pathogenesis and potential immunotherapies. *Journal of Experimental Medicine*. 2020; 217(10): e20200674. <https://doi.org/10.1084/jem.20200674>
 8. Li H., Liu S.M., Yu X.H., et al. Coronavirus disease 2019 (COVID-19): current status and future perspectives. *International Journal of Antimicrobial Agents*. 2020; 55(5): 105951. <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2020.105951>
 9. Feldstein L.R., Rose E.B., Horwitz S.M., et al. Multisystem inflammatory syndrome in U.S. children and adolescents. *The New England Journal of Medicine*. 2020; 383(4): 334–46. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2021680>
 10. Youssef M., Hussein M., Attia A.S., et al. COVID-19 and liver dysfunction: A systematic review and meta-analysis of retrospective studies. *Journal of Medical Virology*. 2020; 92(10): 1825–33. <https://doi.org/10.1002/jmv.26055>
 11. Максимов В.А., Торшин И.Ю., Чучалин А.Г. и др. Эффективность и безопасность полипептидного препарата Лаеннек в терапии COVID-19. *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. 2020; 178(6): 55–63. <https://doi.org/10.31146/1682-8658-ecg-178-6-55-63> [Maksimov V.A., Torshin I.Yu., Chuchalin A.G., et al. The effectiveness and safety of a polypeptide drug (Laennec) for the treatment of COVID-19. *Experimental and Clinical Gastroenterology*. 2020; 178(6): 55–63. <https://doi.org/10.31146/1682-8658-ecg-178-6-55-63> (In Russ.)]
 12. Громова О.А., Гилельс А.В., Торшин И.Ю. и др. Пептидный состав препаратов из плаценты человека Лаеннек и молекулярные механизмы его воздействия на организм человека. *Эстетическая медицина*. 2010; 4: 7–11. [Gromova O.A., Gilel's A.V., Torshin I.Yu. i dr. Peptidnyj sostav preparatov iz placenty cheloveka Laennec i molekulyarnye mekhanizmy ego vozdejstviya na organizm cheloveka. *Esteticheskaya medicina*. 2010; 4: 7–11. (In Russ.)]
 13. Гилельс А.В., Громова О.А., Торшин И.Ю. и др. Экспериментальный анализ витаминного состава препарата Лаеннек. *Вестник эстетической медицины*. 2013; 12(3): 5–7. [Gilel's A.V., Gromova O.A., Torshin I.Yu., et al. Experimental analysis of vitamin composition of the drug Laennec. *Vestnik esteticheskoy mediciny*. 2013; 12(3): 5–7. (In Russ.)]
 14. Кукес И.В. Методическое пособие для врачей. Вселенная Лаеннек: Глобальный поиск. Тинкомаркетинг. 2023; 1. 90 с. [Kukes I.V. Metodicheskoe posobie dlya vrachej. Vselennaya Laennec: Global'nyj poisk. Tinkomarketing. 2023; 1. 90 p. (In Russ.)]
 15. Максимов В.А., Ткачева О.Н., Стражеско И.Д. и др. Гидролизат плаценты человека как препарат, способствующий снижению уровня маркеров воспаления у больных с тяжелыми формами COVID-19. *Терапия*. 2020; 5: 56–68. <https://doi.org/10.18565/therapy.2020.5.56-68> [Maksimov V.A., Tkacheva O.N., Strazhesko I.D., et al. Human placenta hydrolysate as a drug to reduces markers of inflammation in patients with severe COVID-19. *Therapy*. 2020; 5: 56–68. <https://doi.org/10.18565/therapy.2020.5.56-68> (In Russ.)]
 16. Тутельян В.А., Никитин М.В. Методические рекомендации. «Санаторно-курортное лечение пациентов, перенесших COVID-19». Москва. 2021; 2021. 40 с. [Tutel'yan V.A., Nikitin M.V. Metodicheskie rekomendacii "Sanatorno-kurortnoe lechenie pacientov, perenessih COVID-19". Moscow. 2021; 2021. 40 p. (In Russ.)]
 17. Марченкова Л.А., Чесникова Е.И., Ансокова М.А. и др. Способ реабилитации пациентов, перенесших новую коронавирусную инфекцию COVID-19. Патент RU 2782499 C1, 28.10.2022. [Marchenkova L.A., Chesnikova E.I., Ansokova M.A. i dr. Sposob reabilitacii pacientov, perenessih novuyu koronavirusnuyu infekciyu COVID-19. Patent RU 2782499 C1, 28.10.2022. (In Russ.)]
 18. Глазачев О.С., Дудник Е.Н., Загайная Е.Э. Медикаментозная терапия пациентов с синдромом хронической усталости. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2017; 117(4): 40–4. <https://doi.org/10.17116/jnevro20171174140-44> [Glazachev O.S., Dudnik E.N., Zagaynaya E.E. Pharmacological treatment of patients with chronic fatigue syndrome. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2017; 117(4): 40–4. <https://doi.org/10.17116/jnevro20171174140-44> (In Russ.)]
 19. Torjesen I. Tackling fear about exercise produces long term benefit in chronic fatigue syndrome. *British Medical Journal*. 2015; 351: h5771. <https://doi.org/10.1136/bmj.h5771>
 20. Sur T.K., Biswas T.K., Ali L., Mukherjee B. Anti-inflammatory and antiplatelet aggregation activity of human placental extract. *Acta Pharmacologica Sinica*. 2003; 2(24): 187–92.
 21. Kong M.H., Lee E.J., Lee S.Y., et al. Effect of human placental extract on menopausal symptoms, fatigue, and risk factors for cardiovascular disease in middle-aged Korean women. *Menopause*. 2008; 15(2): 296–303. <https://doi.org/10.1097/gme.0b013e3181405b74>
 22. Kuratsune H., Yamaguti K., Takahashi M., et al. Acylcarnitine Deficiency in Chronic Fatigue Syndrome. *Clinical Infectious Diseases*. 1994; 18: 62–7. https://doi.org/10.1093/clinids/18.supplement_1.s62
 23. Торшин И.Ю., Громова О.А., Диброва Е.А. и др. Пептиды в составе препарата Лаеннек, потенцирующие его противовирусные эффекты в лечении atopического дерматита герпетической инфекции. *Российский аллергологический журнал*. 2018; 1(1): 11–8. [Torshin I.Yu., Gromova O.A., Dibrova E.A., et al. Peptides in the composition of the drug Laennec, potentiating its antiviral effects in the treatment of atopic dermatitis and herpetic infection. *Russian allergological journal*. 2018; 1(1): 11–8. (In Russ.)]
 24. Торшин И. Ю., Громова О.А. Мировой опыт использования гидролизатов плаценты человека в терапии. *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. 2019; 170(10): 79–89. <https://doi.org/10.31146/1682-8658-ecg-170-10-79-89> [Torshin I.Yu., Gromova O.A. World experience in the use of human placenta hydrolysates in therapy. *Experimental and clinical gastroenterology*. 2019; 1(10): 79–89. <https://doi.org/10.31146/1682-8658-ecg-170-10-79-89> (In Russ.)]
 25. Nair B., Elmore A.R. Cosmetic Ingredient Review Expert panel. Final report on the safety assessment of human placental protein, hydrolyzed human placental protein, human placental enzymes, human placental lipids, human umbilical extract, placental protein, hydrolyzed placental protein, placental enzymes, placental lipids, and umbilical extract. *International Journal of Toxicology*. 2002; 21(1): 81–91. <https://doi.org/10.1080/10915810290096405>
 26. Biswas T.K., Auddy B., Bhattacharya N.P., et al. Wound healing activity of human placental extracts in rats. *Acta Pharmacologica Sinica*. 2001; 22(12): 1113–6.
 27. Yamauchi A., Kamiyoshi A., Sakurai T., et al. Placental extract suppresses cardiac hypertrophy and fibrosis in an angiotensin II-induced cachexia model in mice. *Heliyon*. 2019; 5(10): e02655. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02655>

Interval Versus Continuous Intradialytic Training on Muscle Quality Index and Functional Capacity in Hemodialysis Patients: a Prospective Randomized Clinical Study

 Hadeer S. Mansour^{1,*},  Nesreen Gh. Elnahas¹, Hala M. Ezz Eldeen^{1,2},  Tarek F. Ahmed³,  Asmaa M. Sharabash¹

¹ Department of Physical Therapy for Cardiovascular / Respiratory Disorders and Geriatrics, Faculty of Physical Therapy, Cairo University, Giza, Egypt

² Faculty of Physical Therapy, May University in Cairo, Cairo, Egypt

³ National Institute of Urology and Nephrology, Cairo, Egypt

ABSTRACT

INTRODUCTION. Chronic kidney disease (CKD) is an important health well-being problem globally, with increasing incidence. That tends to create an "epidemic". Generalized muscle weakness in hemodialysis patients typically affects the lower limbs and proximal muscles. Patients experience impaired endurance and quality of life. Exercise is prescribed for these individuals to improve their physical health and prevent disease consequences.

AIM. To find out the effect of interval versus continuous intradialytic training on muscle quality index and functional capacity in Hemodialysis patients.

MATERIALS AND METHODS. Sixty men with chronic renal insufficiency grade 5 on hemodialysis aged from 45 to 55 years were divided into two groups using computerized block randomization: Groups (A) and (B) each containing 30 patients. They underwent 8-week program of high intensity interval training (HIIT), moderate intensity continuous training (MICT) intradialytic pedaling exercise plus hemodialysis three times per week. Pre-test and post-test evaluations have been carried out for 6-minute walk test (6MWT) and muscle quality index (MQI) of all patients.

RESULTS. Both groups had a significant positive improvement in MQI and 6MWT with different proportions, patients received high intensity interval intradialytic pedaling exercise had a slightly significant improvement in MQI compared to moderate intensity continuous training group. While, moderate intensity training group had a more significant improvement in 6MWT compared to high intensity training group.

CONCLUSION. Both HIIT and MICT are realistic and good options for individuals with CKD and have parallel profits on functional capability and, skeletal muscle quality and overall quality of life.

KEYWORDS: hemodialysis, intradialytic training, muscle quality index, 6MWT.

For citation: Mansour H.S., Elnahas N.G., Ezz Eldeen H.M., Ahmed T.F., Sharabash A.M. Interval Versus Continuous Intradialytic Training on Muscle Quality Index and Functional Capacity in Hemodialysis Patients: a Prospective Randomized Clinical Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(1):49-55. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-1-49-55>

* **For correspondence:** Hadeer S. Mansour, E-mail: hadeer.elsharkawy@cu.edu.eg

Received: 02.01.2024

Accepted: 12.02.2024

Published: 15.02.2024

Сравнение влияния интервальных и непрерывных физических тренировок на индекс качества мышц и функциональную способность у пациентов, находящихся на гемодиализе.

Проспективное рандомизированное клиническое исследование

Мансур Х.С.^{1,*}, Эльнахас Н.Г.¹, Эзз Эльдин Х.М.^{1,2}, Ахмед Т.Ф.³, Шарабаш А.М.¹

¹ Кафедра физической терапии сердечно-сосудистых / респираторных заболеваний и гериатрии, Факультет физической терапии, Каирский университет, Гиза, Египет

² Факультет физической терапии, Мэйский университет в Кауре, Каир, Египет

³ Национальный институт урологии и нефрологии, Каир, Египет

РЕЗЮМЕ

ВВЕДЕНИЕ. Хроническая болезнь почек (ХБП) является важной проблемой здравоохранения во всем мире, заболеваемость которой растет. Это приводит к возникновению «эпидемии». Общая мышечная слабость у пациентов, находящихся на гемодиализе, обычно поражает нижние конечности и проксимальные мышцы. Пациенты испытывают снижение физической выносливости и качества жизни. Этим людям назначаются физические упражнения для улучшения их физического здоровья и предотвращения последствий заболеваний.

ЦЕЛЬ. Определить влияние интервальных и непрерывных физических тренировок на индекс качества мышц и функциональную способность у пациентов, находящихся на гемодиализе.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. 60 мужчин с хронической почечной недостаточностью 5-й степени, находящихся на гемодиализе, в возрасте от 45 до 55 лет были разделены на две группы с использованием компьютерной блочной рандомизации: в группы (А) и (Б) вошли по 30 пациентов в каждой. Они прошли 8-недельную программу высокоинтенсивных интервальных тренировок (ВИИТ), непрерывных тренировок с вращением педалей средней интенсивности, а также гемодиализ три раза в неделю. Всем пациентам была проведена предварительная и последующая оценка теста на 6-минутную ходьбу (БТШХ) и индекса качества мышц (ИКМ).

РЕЗУЛЬТАТЫ. В обеих группах наблюдалось значительное положительное улучшение показателей ИКМ и БТШХ с различными пропорциями, у пациентов, получавших ВИИТ с вращением педалей, наблюдалось незначительное улучшение показателей ИКМ по сравнению с группой непрерывных тренировок средней интенсивности. В группе тренировок средней интенсивности наблюдалось более значительное улучшение в БТШХ по сравнению с группой тренировок высокой интенсивности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Как ВИИТ, так и тренировки средней интенсивности являются практически применимыми хорошими вариантами для людей с ХБП и параллельно улучшают функциональные возможности, качество скелетных мышц и общее качество жизни.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: гемодиализ, тренировка для диализных пациентов, индекс качества мышц, БТШХ.

Для цитирования: Mansour H.S., Elnahas N.G., Ezz Eldeen H.M., Ahmed T.F., Sharabash A.M. Interval Versus Continuous Intradialytic Training on Muscle Quality Index and Functional Capacity in Hemodialysis Patients: a Prospective Randomized Clinical Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(1):49-55. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-1-49-55>

* Для корреспонденции: Hadeer S. Mansour, E-mail: hadeer.elsharkawy@cu.edu.eg

Статья получена: 02.01.2024
Статья принята к печати: 12.02.2024
Статья опубликована: 15.02.2024

INTRODUCTION

Chronic kidney disease (CKD) is characterized by persistent renal impairment, loss of kidney function, or both and can progress from early stages to more severe phases, necessitating renal replacement therapy. Despite considerable advances in prevention, diagnosis, and management, CKD remains a serious public health issue. The estimated global incidence of CKD is approximately 5–10 %, posing a high burden on patients with CKD-related disorders, primarily attributed to cardiovascular morbidity and mortality [1]. Moreover, CKD patients (pre-dialysis and end-stage renal diseases) may be more vulnerable to sarcopenia due to impairments in physical functioning, skeletal muscle mass, and performance [2].

Reduced kidney function leads to uremic solute retention, causing skeletal muscle failure by contributing to inflammatory disorders, oxidative stress, and insulin resistance. Kidney disease symptoms involve inflammation

and catabolism, which diminish muscle power, physical performance, and health. Untreated skeletal muscle weakness may cause mobility limitation, loss of independence in daily life, and a higher susceptibility to significant sickness effects [3]. Hemodialysis (HD) stimulates protein and muscle breakdown all over the body. Lower limbs and proximal muscles are more commonly affected by generalized muscular weakness in these patients [4]. Muscle strength, size, oxygen extraction ability, and functional capacity have all been found to have strong positive associations in patients on HD, demonstrating that muscle loss also reduces physical functionality. Consequently, muscular atrophy detrimentally influences the quality of life (QOL) [5].

Mortality in patients on HD is considerably influenced by lower limb muscle strength. According to Matsuzawa R. et al. [6], patients with significantly reduced lower limb muscle power (≤ 40 %) had a 2.7-fold higher risk of dying than those with significantly higher lower limb muscle power

($\geq 40\%$). Muscle Quality Index (MQI) is a technique used to quantify lower limb muscular power via anthropometric processes and time of sit-to-stand test. Low MQI is associated with poor physical performance and muscular strength [7]. A power index expressed in Watts (W) was calculated with MQI using a five times sit-to-stand (FTSTS) test, body mass, and leg length. The formula used to calculate the MQI [8] is as follows:

$$\text{MQI (Watts)} = \frac{((\text{Leg length} \times 0.4) \times \text{Body mass} \times \text{gravity} \times 10)}{\text{Time sit-to-stand.}}$$

This index considers the length of the limb (measurement between the lateral malleolus and the greater trochanter of the femur) in meters, the height of the chair during the sit-to-stand test (0.4 m), body mass in kilograms, acceleration due to gravity (9.81 m/s²) and a constant of 10.

Physical exercise is a key therapeutic intervention in CKD patients as it can lower cardiovascular risk, improve cardiorespiratory, metabolic, neuromuscular, and cognitive functions, enhance physical function by increasing muscular soft tissue, and reduce the risk of functional loss, thereby improving QOL [9]. Physical exercise can increase lower limb strength, muscular growth, power, and motor function. Lower limb training improves endurance, muscular strength (isometric/isokinetic), lower limb fat-free mass, and exercise performance. This enhances functionality in FTSTS and three-min walk distance tests [10].

Aerobic exercise enhances cardiovascular health, muscular power, and everyday activities. Interval aerobic activity reverses muscle loss and enhances strength, endurance, motor performance, and subjective sensations of pain and tiredness in individuals with muscle wasting. Regular physical activity increases muscle fibers, mitochondria, and capillaries in patients on HD, preventing or curing muscle atrophy [11].

This study was conducted to determine the effect of high-intensity interval training (HIIT) versus moderate-intensity continuous training (MICT) intradialytic pedaling exercise on MQI and functional capacity in patients on HD.

AIM

To find out the effect of interval versus continuous intradialytic training on muscle quality index and functional capacity in Hemodialysis patients.

MATERIALS AND METHODS

Materials

The study enrolled 60 male renal failure patients on HD for around 1–3 years, aged 45–55 years, with a body mass index (BMI) of 25–34.9 kg/m² from the National Institute of Urology and Nephrology's Hemodialysis unit. The training program was conducted from December 2022 to October 2023. The participants were directed by a physician and randomly allocated to two equal groups ($n = 30$) using computerized block randomization for an eight-week program, three sessions/week during the first two hours of the HD session, including group A: patients received aerobic exercise of HIIT intradialytic pedaling and group B: patients received aerobic exercise of MICT intradialytic pedaling. All the participants were medically and psychologically stable, receiving their pharmacotherapy regularly, and signed informed consent forms before the beginning of the study.

Participants were excluded when they had dementia or speech issues, dysphasia, unstable coronary artery disease, uncontrolled irregular heartbeats, decompensated cardiac failure, elevated systolic or diastolic blood pressure (BP), severe case of pericarditis or myocarditis, serious infectious disease, malignancy, diabetes mellitus, lupus nephritis, chronic obstructive lung disease, restrictive lung disease or chronic chest infection, severe obesity (BMI > 35), chronic inflammatory orthopedic disorders, rheumatoid arthritis, muscle injuries, or neuromuscular disorders (muscular dystrophy, myasthenia gravis, myopathy, multiple sclerosis, and peripheral neuropathy).

Methods

Evaluative tools

- A pulse oximeter (MD300C29 SpO₂ Simulator, China) was employed to determine oxygen saturation plus resting heart rate (RHR) for each patient before the session to calculate both the training heart rate (THR) per the Karvonen formula [12] $\text{THR} = \text{RHR} + (\text{HR}_{\text{max}} - \text{RHR}) \times \% \text{Intensity}$ and maximum heart rate (HR max) using $\text{HR}_{\text{max}} = 220 - \text{Age}$ [13].
- An electrical sphygmomanometer (BM26, No 652.28, Germany) was used to record the blood pressure before and after each therapy session.
- A standard scale (floor type, RGT-200, China) was utilized to measure body mass and height for computing the BMI (kg/m²) for all participants to meet inclusion criteria.
- The MQI measures muscle power and function using non-stretch anthropometric tape to measure leg length and a stopwatch to measure sit-to-stand time.
- A six-minute walk test (6MWT) assessed physical functional capacity (using a stopwatch and colored tape to mark the start and end lines of the corridor).

Intervention

A mini pedal exercise bike (TB-228, China) was used for intradialytic aerobic training. Group A performed leg cycling exercises in a high-intensity semi-recumbent position. The training session consists of three phases for 30 min, involving a 5-min warm-up phase (in the form of lower limb active exercise to increase heart rate and gradually prepare the skeletal muscles temperature and flexibility for the training phase), 20–30 min active training phase of three workout intervals lasting 3 min at an exercise force of 85–95% of MHR equaling 15–17 on the Borg Rating of Perceived Exertion (RPE) measure. Each interval was divided by 4 min of active pauses at the force of 60–70% of MHR and a 5-min cooling down phase (in the form of lower limbs active exercise, which helps heart rate to return to normal slowly and to get blood circulation freely back to the heart). Group B performed leg cycling exercises in a semi-recumbent position with moderate intensity. The session consisted of three phases for 30 min, involved a 5-min warm-up phase of lower limbs active exercise, a 20–30 min active training phase of pedaling at low-to-moderate exercise force of 50–60% of MHR, the intensity was controlled using Borg scale representing 11–13 on it and a 5-min cooling down phase of lower limbs active exercise.

Statistical analysis

Data was analyzed using the SPSS Package software for Windows version 25 (SPSS, Inc., Chicago, IL). The quantitative

data for clinical general features, MQI, and 6MWT are presented as the mean and standard deviation. Independent t-test was used to compare the clinical general characteristics parameters of patients in both groups. The MANOVA was utilized to contrast the tested primary variables of concern (MQI and 6MWT) across the tested classes and measuring times. The first independent factor (between subject parameters) was the tested group with two levels (high vs. moderate intensity) in a mixed design 2 × 2 MANOVA test. The second independent parameter (within the subject factor) measured time intervals with two distinct phases (pre- and post-treatment). The Bonferroni correction testing assessed pairwise within and among groups of the studied variables whose F was significant as determined by the MANOVA test. All statistical tests were significant at the 0.05 level of probability.

RESULTS

The patients clinical general demographic records (Table 1 and Figure 1) revealed that insignificant changes ($p > 0.05$) existed in age ($p = 0.823$), body mass ($p = 0.058$), BMI ($p = 0.814$), and dialysis duration ($p = 0.547$) between high and moderate intensity groups.

Table 1. Patient clinical general characteristics between groups

Items	Groups		p-value
	High-intensity group (n = 30)	Moderate intensity group (n = 30)	
Age, year	50.00 ± 2.91	49.83 ± 2.82	0.823
Body mass, kg	76.96 ± 7.22	74.85 ± 7.78	0.058
BMI, kg/m ²	27.96 ± 1.34	27.08 ± 1.61	0.814
Duration of dialysis, years	2.11 ± 0.77	2.00 ± 0.71	0.547

Note: Data are reported as mean ± standard deviation and compared by t-independent test. Qualitative data (gender) are expressed as numbers (percentage) and compared by the chi-square test. p-value: probability value and NS: non-significant.

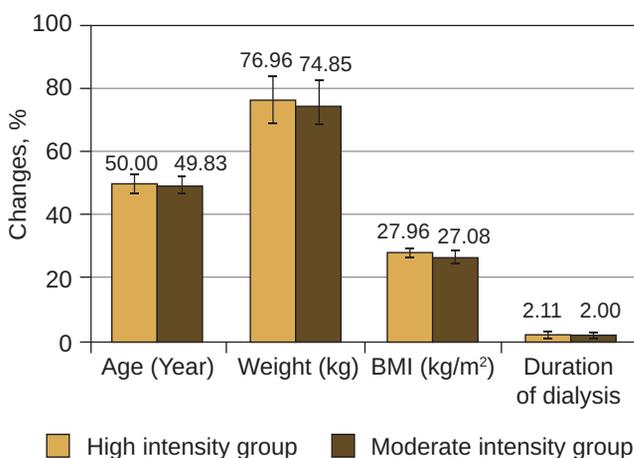


Fig. 1. Patient clinical general characteristics in both groups

Statistical multiple pairwise comparison tests (time effect) for 6MWT and MQI variables within each group revealed that 6MWT (Table 2 and Figure 2) was significantly increased ($p > 0.05$) after treatment compared with before treatment within the high- ($p = 0.003$) and moderate-intensity groups ($p = 0.001$). The 6MWT improvement percentage was more favorable for the moderate-intensity group (74.47 % and 22.02 %) than the high-intensity group (65.10 % and 17.63 %). The MQI (Table 2 and Figure 3) significantly ($p < 0.05$) increased after treatment compared with before treatment within the high- ($p = 0.0001$) and moderate-intensity groups ($p = 0.0001$). The MQI improvement percentage was more favorable for the high-intensity group (8148.21 % and 66.95 %) than the moderate-intensity group (7546.70 % and 65.14 %).

Numerous pairwise comparison examinations (group effect) for 6MWT and MQI variables between both groups (Table 2) indicated insignificant differences ($p > 0.05$) before and after treatment for 6MWT ($p = 0.151$ and $p = 0.315$, respectively) and MQI ($p = 0.692$ and 0.422 , respectively).

Statistical significance and effect size should be employed together. Our results were statistically significant; therefore, we assessed the effect size to determine whether it was practically important. The effect sizes within each group (Table 2) showed that both high- and moderate-intensity groups had large effect sizes on 6MWT and MQI from pre-treatment to after-treatment.

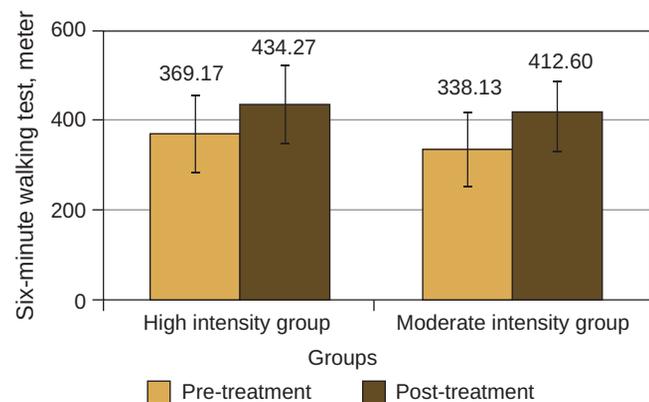


Fig. 2. Mean values of 6MWT at pre- and post-training in both groups

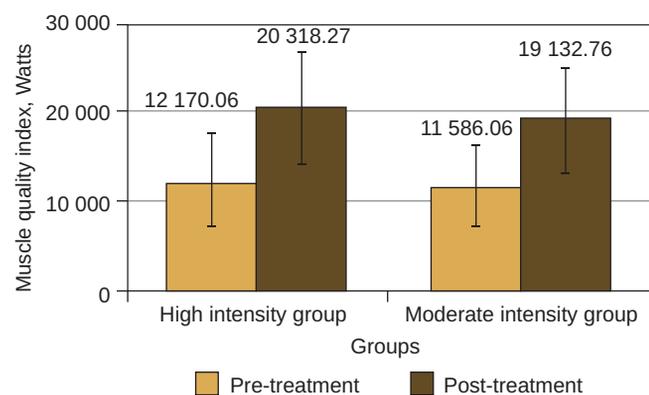


Fig. 3. Mean values of MQI at pre- and post-training in both groups

Discussion

This study was conducted to determine the influence of intradialytic HIIT versus MICT on MQI and 6MWT in HD patients.

Table 2. Mixed MANOVA within and between Groups comparison for 6MWT and MQI

Variables	Items	Groups (Mean ± SD)		Change	p-value
		High-intensity group (n = 30)	Moderate-intensity group (n = 30)		
6MWT (Meter)	Pre-treatment	369.17 ± 84.02	338.13 ± 83.04	31.04	0.151
	Post-treatment	434.27 ± 86.46	412.60 ± 79.20	21.67	0.315
	Change (MD)	65.10	74.47	—	—
	Improvement, %	17.63 %	22.02 %	—	—
	95 % CI	22.53–107.66	31.90–117.02	—	—
	Effect size	0.82	0.94	—	—
	p-value	0.003*	0.001*	—	—
MQI (Watts)	Pre-treatment	12170.06 ± 5295.75	11586.06 ± 4417.29	584.00	0.692
	Post-treatment	20318.27 ± 6620.60	19132.76 ± 6209.68	11185.51	0.422
	Change (MD)	8148.21	7546.70	—	—
	Improvement, %	66.95 %	65.14 %	—	—
	95 % CI	5233.36–11063.05	4631.85–10461.54	—	—
	Effect size	0.92	0.85	—	—
	p-value	0.0001*	0.0001*	—	—

The 6MWT is more appropriate in the clinical setting to assess physical fitness in subjects with low functional capacity, such as End Stage Renal Diseases (ESRD) patients. The significant increase in distance walking is of fundamental interest because walking capacity is considered a better indicator than physiological exercise capacity, as it assesses capability and fitness and reflects the ability to perform activities of daily life [14]. Our outcomes revealed that both groups had significantly improved 6MWT with different proportions, as the moderate-intensity exercise group had a more significant effect than the high-intensity exercise group, with improvement percentages of 22.02 % and 17.63 %, respectively. These results are supported by several meta-analyses and systematic reviews by Young H.M. et al. [15], who indicated significant increases in physical performance and aerobic fitness (6MWT and gait acceleration) after three-six months of several intensities of intradialytic biking aerobic training.

Consistent with the meta-analysis of Song Y. et al. [16], moderate intensity was the most effective in improving 6MWT. This could reflect the ability to perform daily activities and enhance global exercise responses.

This result coincided with Yeh M.L. et al. [17], demonstrating that moderate-intensity intradialytic cycling exercise increased the 6MWT by 49 m at week 12. The longer the exercise period, the higher the physical functional performance improves as the exercise increases muscle fiber protein synthesis and reduces muscle protein breakdown, thereby increasing physical functional performance.

In addition, Manfredini F. et al. [18] proved that individuals who engaged in light to moderate-intensity exercise for 20 min three times per week had an increase in 6MWT distance and a decrease in time required to complete the 5FSTS testing to half. These improvements were explained by neural adjustments, which better increased muscular power by enhancing the recruitment of motor neurons and skeletal muscle fibers and diminishing co-activation.

Our results coincided with Bae Y.H. et al. [19], who demonstrated that the overall distance taken in the 6MWT and preservation of skeletal muscle mass was significantly increased at the end of an aerobic moderate-intensity intradialytic activity plan for 30 min three times per week for twelve weeks.

Consistent with Henrique D.M. et al. [20], the moderate intensity intradialytic cycling exercise contributes to the improvement of 6MWT and physical capacity due to the significant increase in 6MWT distance of 509 ± 91.9 m in the pre-exercise to 555 ± 105.8 m at the end of exercise corresponding to an increase of about 10 %.

Despite a study by Nilsson B.B. et al. [21], who proved that HIIT improves 6MWT results and functional capacity in patients on HD, they cannot conclude whether HIIT is superior to MICT due to the small sample size.

Although Rouchon M.I. et al. [22], who were the first to demonstrate that a three-month HIIT program is effective in patients on peritoneal dialysis to improve 6MWT and physical functioning and could be proposed as an alternative to the classical MICT, they recommend studying its effect in patients on HD.

Concerning MQI outcomes, we revealed that both groups significantly improved but with different proportions. The high intensity exercise group positively affected MQI more than the moderate intensity exercise group, with improvement percentages (66.95 % and 65.14 %) respectively.

This is inconsistent with Beetham K.S. et al. [23], whose pilot study demonstrated that HIIT is a feasible and safe option for CKD patients. They exist similar benefits of HIIT and MICT on exercise capacity and skeletal muscle protein synthesis, and recommend a larger trial to evaluate the effectiveness of HIIT further.

Besides, our results are supported by Larsen S. et al. [24], showing that HIIT positively enhances skeletal muscle oxidative capacity after six weeks of aerobic cycling exercise. This was explained by increased VO₂peak, mitochondrial content, and mitochondrial oxidative phosphorylation (OXPHOS) capacity in skeletal muscle.

Li J. et al. [25] conclude that HIIT leads to more significant improvements in skeletal muscle metabolic adaptations, cardiorespiratory fitness, vascular function, and body composition than MICT and is more time efficient. Within skeletal muscle, HIIT is associated with great adaptations in mitochondrial biogenesis and angiogenesis in a muscle fiber type-specific manner. Moreover, it provides physiological stimuli for mitochondrial biogenesis, which reduces glycogen use and lactate production, increases the lactate threshold, and allows individuals to exercise longer at a given intensity.

The result came in coincidence with Storer T.W. et al. [26], indicating that nine weeks of intradialytic high-intensity leg-cycling three times per week improves cardiopulmonary fitness and endurance and lowers extremity muscle strength, power, fatigability, and physical function compared with decrease in the untrained group. The marked muscle

weakness of patients on HD might explain this. Accordingly, aerobic exercise training may provide adequate resistance to improve muscle function in patients on HD.

A 24-week clinical research conducted by Liu Q. et al. [27] on the muscle atrophy population demonstrated that high-intensity interval aerobic activity enhances muscular strength and motor abilities in these subjects. By regulating the development of Forkhead box proteins class O (FOXO3a) and its subsequent goals, aerobics optimizes AMPK and skeletal muscle degeneration by lowering the rate of the protein breakdown system and encouraging the regaining of muscle loss.

Moreover, Fyfe J.J. et al. [28] stated that HIIT has comprehensive effects on exercise capacity and skeletal muscle metabolism as it induces significant growth of muscle, prevents skeletal muscle atrophy, and improves motor function via promoting significant phosphorylation of mTOR and rps6 and induces the expression of transcriptional co-activator peroxisome proliferator-activated receptor γ co-activator 1 α (PGC-1 α), which is crucial for mitochondrial biogenesis.

Results coincide with Caparrós-Manosalva C. et al. [29], who showed that 12 weeks of HIIT promotes increased lean mass, maximal strength, and lower limb muscle power.

Conversely, Ballesta-García I. et al. [30] assessed functional lower extremity muscle power using the 30-second STS test and discovered that HIIT was inferior to MICT regarding performance improvement.

CONCLUSION

Our results revealed that intradialytic aerobic cycling exercise implementation is vital for patients on HD since it increases muscle power and improves the ability to complete the 6MWT. Therefore, these exercises significantly affect both physical function and muscle loss in patients on HD.

ADDITIONAL INFORMATION

Hadeer S. Mansour, Ph.D. (Med.), Department of Physical Therapy for cardiovascular/ Respiratory disorders and geriatrics, Faculty of Physical Therapy, Cairo University.

E-mail: hadeer.elsharkawy90@gmail.com;

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4117-7835>

Nesreen Gh. Elnahas, Dr.Sci. (Med.), Professor, Department of Physical Therapy for Cardiovascular / Respiratory Disorders and Geriatrics, Faculty of Physical Therapy, Cairo University.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7261-8136>

Hala M. Ezz Eldeen, Dr.Sci. (Med.), Professor, Professor Emeritus, Department of Physical Therapy for Cardiovascular / Respiratory Disorders and Geriatrics, Faculty of Physical Therapy, Cairo University; Dean of Faculty of Physical Therapy, May University.

Tarek F. Ahmed, Dr. Internal Medicine and Nephrology, National Institute of Urology and Nephrology.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-4301-953X>

Asmaa M. Sharabash, Dr.Sci. (Med.), Department of Physical Therapy for Cardiovascular / Respiratory Disorders and Geriatrics, Faculty of physical therapy, Cairo University.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8377-0109>

Author Contributions. All authors confirm their authorship according to the international ICMJE criteria (all authors

contributed significantly to the conception, study design and preparation of the article, read and approved the final version before publication). Special contributions: Mansour H.S. and Ezz Eldeen H.M. — development of the study design; Mansour H.S., Ahmed T.F., Sharabash A.M. — data collection; Elnahas N.G., Ezz Eldeen H.M. and Mansour H.S. — data interpretation; Mansour H.S. — writing; Elnahas N.G., Ezz Eldeen H.M., Ahmed T.F., Mansour H.S. and Sharabash A.M. — supervision.

Funding. This study was not supported by any external funding sources.

Disclosure. The authors declare no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Acknowledgments. Authors thank all the hemodialysis participants who took part in the study and followed the proposed exercise protocol.

Ethics Approval. The authors declare that all procedures used in this article are in accordance with the ethical standards of the institutions that conducted the study and are consistent with the 2013 Declaration of Helsinki. Study was approved by the Ethics Committee of faculty of physical therapy Cairo University, Egypt, Protocol No P.T.REC/012/004299 dated December 11, 2022.

Data Access Statement. The data that support the findings of this study are available on reasonable request from the corresponding author.

References

1. Delles C, Vanholder R. Chronic kidney disease. *Clinical Science*. 2017; 131(3): 225–6. <https://doi.org/10.1042/CS20160624>
2. Androga L, Sharma D, Amodu A, et al. Sarcopenia, obesity, and mortality in US adults with and without chronic kidney disease. *Kidney International Reports*. 2017; 2(2): 201–11. <https://doi.org/10.1016/j.ekir.2016.10.008>
3. Roshanravan B, Jorge G, and Kenneth W. Exercise and CKD: Skeletal Muscle Dysfunction and Practical Application of Exercise to Prevent and Treat Physical Impairments in CKD. *American Journal of Kidney Diseases*. 2017; 69(6): 837–52. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2017.01.051>
4. Manfredini F, Lamberti N. Performance assessment of patient on dialysis. *Kidney and Blood Pressure Research*. 2014; 39: 176–9. <https://doi.org/10.1159/000355794>
5. Cha RH, Lee G.S., Yoo J.Y., et al. Hand Grip and Leg Muscle Strength in Hemodialysis Patients and Its Determinants. *The Journal of Korean Medical Science*. 2021; 36(11): e76. <https://doi.org/10.3346/jkms.2021.36.e76>
6. Matsuzawa R, Matsunaga A, Wang G, et al. Relationship between lower extremity muscle strength and all-cause mortality in Japanese patients undergoing dialysis. *Physical Therapy*. 2014; 94(7): 947–56. <https://doi.org/10.2522/ptj.20130270>
7. Jerez-Mayorga, D., Delgado-Floody P, Intelangelo, L., et al. Behavior of the muscle quality index and isometric strength in elderly women. *Physiology & Behavior*. 2020; 227. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2020.113145>
8. Takai Y, Ohta M, Akagi R, et al. Sit-to-stand test to evaluate knee extensor muscle size and strength in the elderly: a novel ap-proach. *Journal of Physiological Anthropology*. 2009; 28: 123–8. <https://doi.org/10.2114/jpa2.28.123>
9. Wilkinson T, Shur N. and Smith A. "Exercise as medicine" in chronic kidney disease. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. 2016; 26(8): 985–8. <https://doi.org/10.1111/sms.12714>
10. Nagano A, Wakabayashi H, Maeda K, et al. Respiratory Sarcopenia and Sarcopenic Respiratory Disability: Concepts, Diagnosis, and Treatment. *The Journal of nutrition, health and aging*. 2021; 25(4): 507–15. <https://doi.org/10.1007/s12603-021-1587-5>
11. Deligiannis A, D'Alessandro C. and Cupisti A. Exercise training in dialysis patients: impact on cardiovascular and skeletal muscle health. *Clinical Kidney Journal*. 2021; 14(Suppl 2): ii25–ii33. <https://doi.org/10.1093/ckj/sfaa273>
12. Karvonen M, Kentala E, Mustala O. The effects of training on heart rate. A longitudinal study. *Annals of Medicine and Experimental Biology Fenn*. 1957; 35: 307–15.
13. Tanaka H, Monahan Seals D.R. Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the American College of Cardiology*. 2001; 37: 153–6. [https://doi.org/10.1016/S0735-1097\(00\)01054-8](https://doi.org/10.1016/S0735-1097(00)01054-8)
14. Koufaki P, Kouidi E. Current best evidence recommendations on measurement and interpretation of physical function in patients with chronic kidney disease. *Sports Medicine*. 2010; 40: 1055–74. <https://doi.org/10.2165/11536880-000000000-00000>
15. Young H.M., March D.S., Graham-Brown M.P, et al. Effects of intradialytic cycling exercise on exercise capacity, quality of life, physical function and cardiovascular measures in adult hemodialysis patients: a systematic review and meta-analysis. *Nephrology Dialysis Transplantation*. 2018; 33(8): 1436–45. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfy045>
16. Song Y, Chen L, Wang M, et al. The optimal exercise modality and intensity for hemodialysis patients incorporating Bayesian network meta-analysis and systematic review. *Frontiers in Physiology*. 2022; 13: 945465. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.945465>
17. Yeh M.L., Wang M.H., Hsu C.C., Liu Y.M. Twelve-week intradialytic cycling exercise improves physical functional performance with gain in muscle strength and endurance: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*. 2020; 34(7): 916–26. <https://doi.org/10.1177/0269215520921923>
18. Manfredini F, Mallamaci F, D'Arrigo G., et al. Exercise in Patients on Dialysis: A Multicenter, Randomized Clinical Trial. *Journal of the American Society of Nephrology*. 2017; 28: 1259–68. <https://doi.org/10.1681/ASN.2016030378>
19. Bae Y.H., Lee S.M., and Jo J.I. Aerobic training during hemodialysis improves body composition, muscle function, physical performance, and quality of life in chronic kidney disease patients. *Journal of Physical Therapy Science*. 2015; 27(5): 1445–9. <https://doi.org/10.1589/jpts.27.1445>
20. Henrique D.M., Reboredo Mde M., Chaoubah A., Paula R.B. Treinamento aeróbico melhora a capacidade funcional de pacientes em hemodiálise crônica [Aerobic exercise improves physical capacity in patients under chronic hemodialysis]. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 2010; 94(6): 823–8. <https://doi.org/10.1590/S0066-782X2010005000043>
21. Nilsson B.B., Bunæs-Næss H., Edvardsen E., Stenehjelm A.E. High-intensity interval training in hemodialysis patients: a pilot randomized controlled trial. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*. 2019; 5(1): e000617. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2019-000617>
22. Rouchon M.I., Coutard C., Matysiak M., et al. MO068 high intensity interval training improves physical functioning, inflammation and quality of life in peritoneal dialysis patients. *Nephrology Dialysis Transplantation*. 2016; 31(1): i58. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfw142.05>
23. Beetham K.S., Howden E.J., Fassett R.G., et al. High-intensity interval training in chronic kidney disease: A randomized pilot study. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. 2019; 29(8): 1197–204. <https://doi.org/10.1111/sms.13436>
24. Larsen S., Danielsen J.H., Søndergård S.D., et al. The effect of high-intensity training on mitochondrial fat oxidation in skeletal muscle and subcutaneous adipose tissue. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. 2015; 25(1): e59–e69. <https://doi.org/10.1111/sms.12252>
25. Li J., Li Y., Atakan M.M., et al. The Molecular Adaptive Responses of Skeletal Muscle to High-Intensity Exercise/Training and Hypoxia. *Antioxidants (Basel)*. 2020; 9(8): 656. <https://doi.org/10.3390/antiox9080656>
26. Storer T.W., Casaburi R., Sawelson S., Koppale J.D. Endurance exercise training during hemodialysis improves strength, power, fatigability and physical performance in maintenance hemodialysis patients. *Nephrology Dialysis Transplantation*. 2005; 20(7): 1429–37. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfh784>
27. Liu Q, Gao J, Deng J, Xiao J. Current Studies and Future Directions of Exercise Therapy for Muscle Atrophy Induced by Heart Failure. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*. 2020; 7: 593429. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2020.593429>
28. Fyfe J.J., Bishop D.J., Zacharewicz E, et al. Concurrent exercise incorporating high-intensity interval or continuous training modulates mTORC1 signaling and microRNA expression in human skeletal muscle. *American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology*. 2016; 310(11): R1297–1311. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00479.2015>
29. Caparrós-Manosalva C, Garrido-Muñoz N, Alvear-Constanza B., et al. Effects of high-intensity interval training on lean mass, strength, and power of the lower limbs in healthy old and young people. *Frontiers in Physiology*. 2023; 14: 1223069. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1223069>
30. Ballesta-García I, Martínez-González-Moro I, Rubio-Arias J, Carrasco-Poyatos M. High-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on functional ability and body mass index in middle-aged and older women: a randomized controlled trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2019; 16(21): 4205. <https://doi.org/10.3390/ijerph16214205>

Оригинальная статья / Original article

УДК: 616.1

DOI: <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-1-56-65>

КОТЕЛЬНИКОВА Е.В. И ДР. | ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

Целесообразность применения интегрированной телемедицинской платформы «ИС-кардио» для дистанционной кардиологической реабилитации: одноцентровое когортное исследование

 Котельникова Е.В.*,  Гриднев В.И.,  Посненкова О.М.,  Сенчихин В.Н.

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России, Саратов, Россия

РЕЗЮМЕ

ВВЕДЕНИЕ. Реализация технологии дистанционной кардиологической реабилитации (ДКР) на базе телемедицинских платформ (ТМП) требует предварительной оценки целесообразности применения.

ЦЕЛЬ. Предварительное исследование целесообразности применения интегрированной ТМП «ИС-кардио» для выполнения ДКР у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями (КСЗ) в контексте потребности, осуществимости и приемлемости.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Одноцентровое когортное исследование с участием пациентов ($n = 33$; 75 % мужчин; средний возраст 56 ± 8 лет) с КСЗ. Тестирование ТМП «ИС-кардио» проводилось при выполнении 12-недельных программ физических тренировок (ФТ) интенсивностью 55 %. Целесообразность оценивалась по критериям: потребность, осуществимость, приемлемость. Данные о потребности и приемлемости получены при анкетировании пациентов. Осуществимость оценивалась как доля пациентов, завершивших ДКР. Дистанционный мониторинг выполнялся с использованием регистраторов частоты сердечных сокращений, артериального давления, электрокардиограммы и мобильных приложений. Обратная связь осуществлялась в форме электронных отчетов и отложенного консультирования. Удовлетворенность пациентов оценивалась в баллах.

РЕЗУЛЬТАТЫ. 79,2 % опрошенных были заинтересованы в телемедицинском наблюдении. 100 % пациентов завершили ДКР; 12 пациентов (39,6 %) полностью выполнили программу ФТ. Активность пациентов составила $2,4 \pm 0,7$ сеансов ФТ в неделю; средняя продолжительность ФТ $56,5 \pm 29,8$ мин/неделю. При суммарной удовлетворенности $29,0 \pm 3$ балла высоко оценен уровень ДКР ($3,85 \pm 0,16$ балла) как реального решения проблемы, связанной с наличием КСЗ ($3,67 \pm 0,34$ балла).

ОБСУЖДЕНИЕ. Медико-технологическое решение ТМП «ИС-кардио», совмещающее принципы традиционной КР с инструментами телекардиологии (мониторинг на основе цифровых регистраторов, автоматическую передачу данных и обратную связь), отвечало критериям целесообразности применения ТМП с подобной концепцией.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Высокая потребность в дистанционном наблюдении, осуществимость и удовлетворенность пациентов ДКР может свидетельствовать о целесообразности применения данной технологии для выполнения ее программ.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: дистанционная кардиологическая реабилитация, телемедицинская платформа, целесообразность, когортное исследование.

Для цитирования / For citation: Котельникова Е.В., Гриднев В.И., Посненкова О.М., Сенчихин В.Н. Целесообразность применения интегрированной телемедицинской платформы «ИС-кардио» для дистанционной кардиологической реабилитации: одноцентровое когортное исследование. Вестник восстановительной медицины. 2024; 23(1):56-65. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-1-56-65> [Kotelnikova E.V., Gridnev V.I., Posnenkova O.M., Senchikhin V.N. Feasibility Study of Using the Integrated Telemedicine Platform "IS-cardio" for Outpatient Cardiological Rehabilitation: Single-Centered Cohort Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(1):56-65. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-1-56-65> (In Russ.).]

* **Для корреспонденции:** Котельникова Елена Владимировна, E-mail: kotel_elena@mail.ru, meduniv@sgmu.ru

Статья получена: 17.11.2023
Статья принята к печати: 26.01.2024
Статья опубликована: 15.02.2024

Feasibility Study of Using the Integrated Telemedicine Platform "IS-cardio" for Outpatient Cardiological Rehabilitation: Single-Centered Cohort Study

 Elena V. Kotelnikova*,  Vladimir I. Gridnev,  Olga M. Posnenkova,  Valeriy N. Senchikhin

V.I. Razumovsky Saratov State Medical University, Saratov, Russia

ABSTRACT

INTRODUCTION. The implementation of remote cardiac rehabilitation (RCR) technology based on telemedicine platforms (TMP) requires a preliminary assessment of the feasibility of use.

AIM. A preliminary study of the feasibility of using the integrated TMP "IS-cardio" to perform RCR in patients with cardiovascular diseases (CVD) in the context of need, feasibility and acceptability.

MATERIALS AND METHODS. Single-center cohort study of patients ($n = 33$; 75 % men; mean age 56 ± 8 years) with CVD. Testing of the TMP «IS-cardio» was carried out during 12-week physical training (PT) programs with an intensity of 55 %. Feasibility was assessed according to the following criteria: need, feasibility, acceptability. Data on need and acceptability were obtained from a patient survey. Feasibility was assessed as the proportion of patients completing RCR. Remote monitoring was performed using heart rate, blood pressure, electrocardiogram and mobile application recorders. Feedback was provided in the form of electronic reports and delayed consultation. Patient satisfaction was assessed in points.

RESULTS. 79.2 % of respondents were interested in telemedicine monitoring. 100 % of patients completed RCR; 12 patients (39.6 %) fully completed the PT program. The patients' activity amounted to 2.4 ± 0.7 PT sessions per week; the average duration of PT was 56.5 ± 29.8 min/week. With a total satisfaction of 29.0 ± 3 points, the level of RCR was highly rated (3.85 ± 0.16 points) as a real solution to the problem associated with the presence of CVD (3.67 ± 0.34 points).

DISCUSSION. The medical-technological solution TMP "IS-cardio", combining the principles of traditional cardiac rehabilitation with telecardiology tools (monitoring based on digital recorders, automatic data transfer and feedback) met the criteria for the feasibility of using TMP with a similar concept.

CONCLUSION. The high demand for remote monitoring, feasibility, and patient satisfaction of RCR may indicate the feasibility of its use for implementation of its programs.

KEYWORDS: remote cardiac rehabilitation, telemedicine platform, feasibility, cohort study.

For citation: Kotelnikova E.V., Gridnev V.I., Posnenkova O.M., Senchikhin V.N. Feasibility Study of Using the Integrated Telemedicine Platform "IS-cardio" for Outpatient Cardiological Rehabilitation: Single-Centered Cohort Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(1):56-65. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-1-56-65> (In Russ.).

* **For correspondence:** Elena V. Kotelnikova, E-mail: kotel_elena@mail.ru, meduniv@sgmu.ru

Received: 17.11.2023

Accepted: 26.01.2024

Published: 15.02.2024

ВВЕДЕНИЕ

Кардиологическая реабилитация (КР) принадлежит к числу наиболее эффективных вмешательств, используемых стратегиями вторичной кардиоваскулярной профилактики [1]. Являясь комплексом скоординированных мероприятий медицинского, физического, психологического, педагогического и социального характера, КР направлена на наиболее полное восстановление здоровья, психологического статуса и трудоспособности пациентов с кардиоваскулярными заболеваниями (КВЗ) [2]. Научные доказательства безопасности и эффективности КР обширны и убедительны: участие в традиционных программах КР сопровождается достоверным снижением общей и сердечно-сосудистой смертности, количества повторных госпитализаций пациентов после острого коронарного синдрома, операций реваскуляризации и имеющих сердечную недостаточность [3, 4]. Наряду с этим полноценное использование кардиореабилитационных программ на внестационарных этапах повсеместно ограничено барьерами их доступности для пациентов, связанными преимущественно с организацией процесса, управленческими и логистическими схемами [5].

Медицинская помощь на основе информационно-коммуникационных технологий постепенно становится стандартным подходом к динамическому наблюдению при КВЗ [6]. Дистанционная кардиологическая реабилитация (ДКР) сегодня является способом предоставления реабилитационно-профилактической помощи, потенциально увеличивающим доступность и эффективность мероприятий вторичной профилактики для пациентов [7, 8]. Европейские клинические рекомендации по профилактике КВЗ характеризуют ДКР как «реабилитацию на дому с телемониторингом или без него, способствующую расширению участия пациентов и поддержке изменения их поведения» [9]. В исследованиях преимуществ ДКР получен достаточный фактический материал, свидетельствующий об улучшении функциональных возможностей, качества жизни, контроля выполнения лекарственных и немедикаментозных рекомендаций у кардиологических пациентов с низким и умеренным риском, сопоставимый с результатами традиционной КР [7, 8, 10, 11].

Опираясь на структуру врачебно-контролируемых программ КР, ДКР использует ее традиционные компо-

ненты: клиническую оценку состояния пациента, структуру формирования программ физических тренировок (ФТ), контроль и коррекцию лекарственной и немедикаментозной терапии [1, 9]. Отличительной особенностью ДКР является отсутствие непосредственного медицинского контроля во время сеансов ФТ. Связанные с этим фактором задачи безопасного выполнения ФТ в домашних условиях могут быть решены путем использования технологий мобильной беспроводной связи и индивидуальных устройств цифровой регистрации физиологических показателей. Это позволяет удаленно контролировать необходимые параметры безопасности ФТ (гемодинамические, объем ФТ), воспроизводя традиционное врачебное сопровождение средствами дистанционного кардиологического мониторинга (ДКМ) [12]. В контексте высокой потребности в альтернативных моделях реабилитации технологическая концепция ДКР рассматривается сегодня как «реинжиниринг, включающий широкий спектр услуг с параметрами, отвечающими индивидуальным потребностям пациентов» [13].

Практическая реализация ДКР находится в области компетенций цифровых платформ, в идеале позволяющих формировать персонализированные домашние программы ДКР из набора доказательно-обоснованных вмешательств, соответствующих принципам «управляемого самоконтроля» и интересам пациента [14]. Основным инструментом деятельности участников таких программ является ДКМ, реализованный на базе смартфонов и приборов цифровой регистрации данных, и направленный на обеспечение адекватного контроля безопасности и обратной связи с пациентом.

Уровень развития и востребованность информационно-коммуникационных технологий в России чрезвычайно высоки: по данным статистического сборника по цифровой экономике [15], наша страна входит в топ-10 стран с высоким использованием интернета населением в возрасте старше 15 лет. Интернет-коммуникация доступна сегодня для 84 % российских домохозяйств, при этом удельный вес населения, использующего его практически ежедневно, составляет 81,5 %.

Наряду с высокой технической готовностью, не решена главная задача дистанционного наблюдения-длительная приверженность пациентов «электронному» самоконтролю, основанному на использовании индивидуальных устройств регистрации [16]. В числе факторов постепенного снижения активности процесса саморегистрации данных пациентом называется отсутствие комплексного медицинского наблюдения, сопровождающегося регулярной обратной связью в интегрированных телемедицинских платформах (ТМП) [17]. Этот фактор имеет непосредственное отношение к реализуемости ДКР, как многокомпонентного вмешательства, что требует предварительной оценки целесообразности применения ТМП в условиях, близких к клинической практике.

ЦЕЛЬ

Предварительное исследование целесообразности применения интегрированной ТМП «ИС-кардио» для выполнения ДКР у пациентов с КВЗ в контексте потребности, осуществимости и приемлемости.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Одноцентровое когортное наблюдательное 12-недельное исследование с участием одной группы пациентов с КВЗ, выполненное в рамках пользовательского тестирования интегрированной ТМП «ИС-кардио» на базе НИИ кардиологии ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава России. Длительность программы ДКР (12 недель) определялась наибольшей доказательной базой положительного эффекта такого периода ФТ на клинический статус и исходы пациентов, что отражено в клинических рекомендациях [1].

Пациенты

Для включения приглашались пациенты, выписанные из кардиологического стационара после острого коронарного синдрома с/без выполненным чрескожным коронарным вмешательством, или пациенты городских амбулаторных учреждений со стабильной стенокардией напряжения I–III функционального класса по Канадской классификации и/или артериальной гипертензией 1–3-й степени), выписанные из стационара в течение предшествующего месяца, не имеющие противопоказаний к физической КР [1], с наличием мобильного устройства (смартфона или планшета). В исследование не включались пациенты после больших кардиохирургических операций, с клапанными пороками сердца, хронической сердечной недостаточностью III–IV функционального класса по NYHA, имплантированным электрокардиостимулятором, когнитивной дисфункцией.

Объект исследования

Объектом тестирования являлась ТМП «ИС-кардио»¹ с модулем физической реабилитации². При разработке ТМП использована методология непрерывного управления качеством процесса PDCA [18] и пациент-центрированный подход к организации ДКМ [19] на основе приборов самоконтроля.

Функционал ТМП представлен серверной частью и компонентами ДКМ (рис. 1). Серверная часть предназначена для хранения и анализа записей в базе данных, реализации функциональности электронных форм. Клиентская часть ДКМ представлена интерфейсами «Личного кабинета врача» и «Личного кабинета пациента»; мобильная цифровыми устройствами регистрации и веб-приложениями.

Процедуры, проводимые в рамках программы ДКР

- Первичное офисное консультирование пациента, включающее: а) оценку клинического состояния, противопоказаний к ФТ, риска развития осложнений, связанных с физической нагрузкой [1]; б) тест с 6-минутной ходьбой [1]; в) формирование программы ДКР; г) оценку и целевые показатели модифицируемых факторов кардиоваскулярного риска; д) инструктаж пациента.

¹ Гриднев В.И., Попова Ю.В., Посненкова О.М., Котельникова Е.В., Чижмотря В.Г., Калмыков И.М. Телемедицинская кардиологическая коммуникационная система «ИС-кардио». Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ RU 2022614477, 22.03.2022.

² Гриднев В.И., Попова Ю.В., Посненкова О.М., Котельникова Е.В., Чижмотря В.Г., Калмыков И.М. «Модуль физической реабилитации для телемедицинской кардиологической коммуникационной системы «ИС-кардио». Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ RU 2022669891, 26.10.2022.

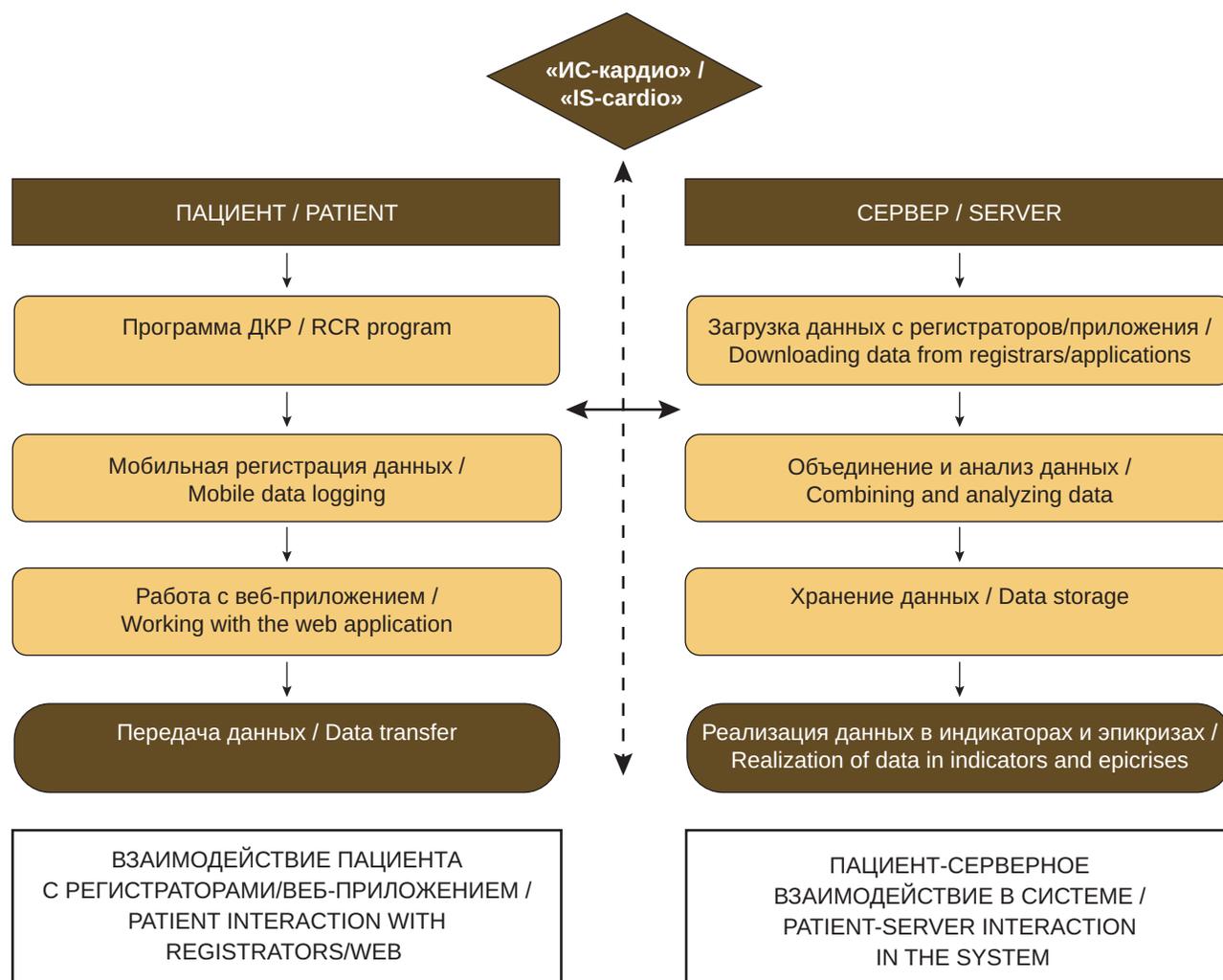


Рис. 1. Взаимодействие пациента с ТМП «ИС-кардио»

Fig. 1. Interaction of a patient with TMP "IS-cardio"

Примечание: ДКР — дистанционная кардиологическая реабилитация; ТМП — телемедицинская платформа.

Note: RCR — remote cardiological rehabilitation; TMP — telemedicine platform.

- Саморегистрация пациентом показателей артериального давления (АД) и частоты сердечных сокращений (ЧСС) с помощью автоматического тонометра AND «UA 911BT-C», Япония (RU ФСЗ 2010/07276 в Реестре Росздравнадзора).
- Аутотрансляция электрокардиограммы (ЭКГ) с использованием беспроводного 3-канального аппаратно-программного комплекса «ДИОКС-02-ЭКГ», Россия; (RU ФСЗ 2010/08425; ОС: iOS 11.0+, Android 4.0+) и 6-канального аппаратно-программного комплекса «КАРДИОМОДУЛЬ ECG Dongle» (RU P3H 2019/8179. ОС: iOS 9.0-12.04, Android — не менее 4.2).
- Саморегистрация пациентом данных о физической активности, полученных с помощью приложения смартфона/ смарт-часов/ ручного шагомера, и внесенных в веб-приложение «Переносимость физической нагрузки» в «Личном кабинете пациента»: продолжительность ФТ, максимальная ЧСС во время ФТ, индивидуальная переносимость физической нагрузки по шкале Борга 6–20 [20].
- Отложенное дистанционное консультирование кардиолога (телефонное).
- Автоматически сформированный эпикриз с анали-

зом деятельности пациента в рамках программы ДКР (рис. 2).

Порядок оказания телемедицинской реабилитационно-профилактической помощи, основные задачи функционирования и информационной безопасности ее участников реализованы в соответствии с Приказом Минздрава России от 30 ноября 2017 г. № 965н³. Алгоритм дистанционного наблюдения пациентов с применением ТМП «ИС-кардио» представлен на рис. 3.

Для возможного участия в ДКР были последовательно приглашены 48 пациентов, выписанных из стационара и/или находящихся на амбулаторном наблюдении. До включения в исследование среди них проводился опрос (личное интервью) с целью выяснения информированности и спроса на телемедицинское кардиологическое наблюдение [21].

Из общего числа пациентов трое отказались от участия из-за неуверенности в использовании мобильных регистраторов; у шести пациентов были выявлены противопоказания для ДКР (высокий риск); двое сослались

³ Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 30 ноября 2017 г. № 965н «Об утверждении порядка организации и оказания медицинской помощи с применением телемедицинских технологий».

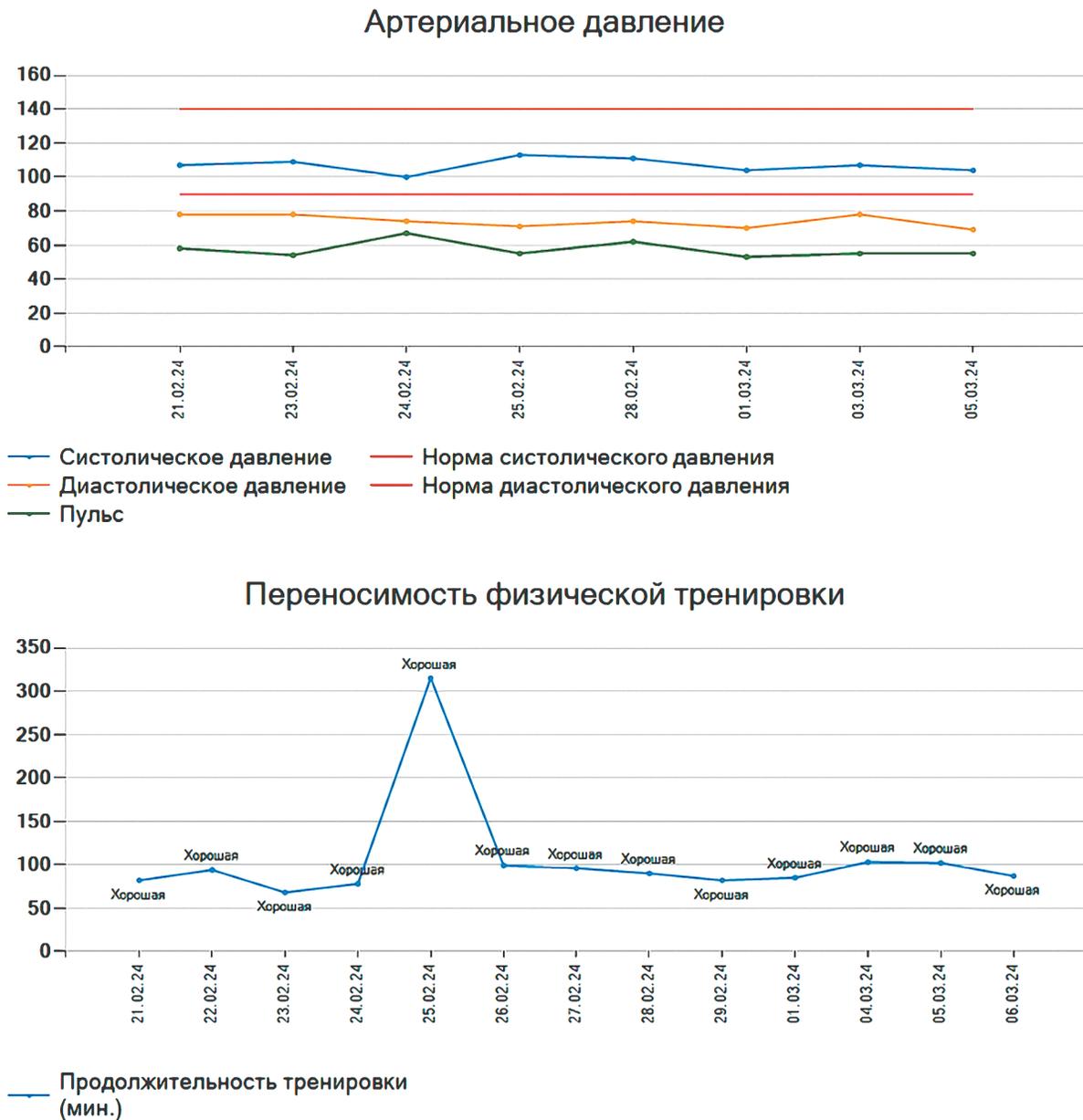


Рис. 2. «Личный кабинет пациента»: фрагмент эпикриза
Fig. 2. "Personal account of the patient": fragment of epicrisis

Примечание: ДКР — дистанционная кардиологическая реабилитация; ТМП — телемедицинская платформа.
Note: RCR — remote cardiological rehabilitation; TMP — telemedicine platform.

на занятость; смартфоны четырех пациентов не соответствовали техническим характеристикам подключаемых устройств регистрации. В результате была сформирована группа тестирования из 33 пациентов (средний возраст 56 ± 8 лет), соответствующих критериям включения/исключения и подписавших информированное согласие на участие.

В качестве дистанционного вмешательства использовалась 12-недельная программа ФТ с интенсивностью 55 %, частотой 3 сеанса/неделю, продолжительностью 90–300 мин/неделю и допустимым уровнем индивидуальной переносимости физической нагрузки 8–13 баллов по шкале Борга 6–20. Исходная программа ФТ (стартовый уровень ДКР) формировалась в соответствии с алгоритмом клинических рекомендаций [1], реализованным в ТМП «ИС-кардио»; параметры ФТ для каждого последующего 2-недельного уровня ДКР

определялись компьютеризированным алгоритмом на основе данных телеметрии и информации, переданной через «Личный кабинет пациента». Деятельность пациента отображалась в «Личном кабинете врача» в формате трех групп индикаторов «Неотложные мероприятия», «Плановые мероприятия» и «Уведомления системы» (рис. 4).

Исследование целесообразности применения ТМП «ИС-кардио» с целью реализации программ ДКР проводилось в рамках пользовательского (нефункционального) тестирования в условиях, близких к клинической эксплуатации. Результаты исследования описаны в форме оценок пациентами потребности (спроса) и приемлемости (удовлетворенности), а также осуществимости, оцениваемой количественно как процент пациентов, завершивших ДКР по результатам когортного наблюдения [22].

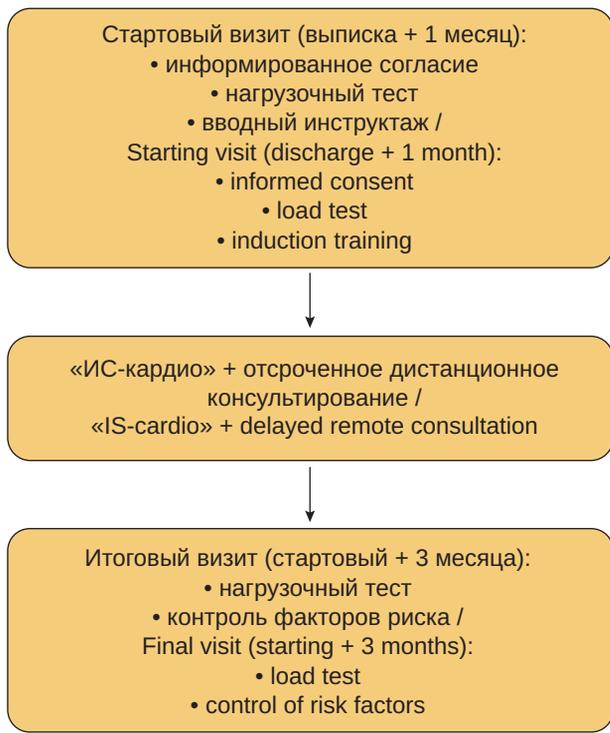


Рис. 3. Алгоритм дистанционного наблюдения пациентов
Fig. 3. Algorithm for remote monitoring of patients

Приемлемость (удовлетворенность) пациентов программой ДКР оценивалась по результатам опроса «Client Satisfaction Oestionnaire — CSQ-8» [23]. После ее завершения каждому пациенту по e-mail была отправлена анкета из 8 вопросов; каждый ответ опросника оценивался от 1 до 4 баллов (1 — плохо; 2 — удовлетворительно; 3 — хорошо; 4 — отлично); по итогам ответов оценки суммировались (максимальная суммарная оценка удовлетворенности — 32 балла).

Статистический анализ проводился с помощью пакета статистических программ Statistica 6.0 (StatSoft, США). Непрерывные показатели представлены как $M \pm m$; дискретные — в натуральных величинах (n) и в виде частот встречаемости (в процентах).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Потребность (спрос)

По результатам предварительного опроса (табл. 1), большинство направленных на ДКР пациентов ($n = 40$; 83,3 %) имели смартфоны с выходом в интернет, 8 человек использовали выход на персональном компьютере. Пациенты ($n = 48$; 100 %) в разной степени интересовались общей медицинской информацией и информацией, связанной с КВЗ. Активно общаясь в мессенджерах ($n = 39$; 81,3 %), часть пациентов ($n = 18$; 37,5 %) испытывала затруднения при пользовании e-mail. О возможностях телемедицинского наблюдения были осведомлены около половины пациентов ($n = 25$; 52,5 %); при этом информацией о роли домашних регистраторов в контроле показателей здоровья располагали лишь 5 человек (10,4 %). Несмотря на это, в ходе опроса 38 пациентов (79,2 %) проявили заинтересованность в предлагаемой программе ДКР, чему способствовало отсутствие платы за дистанционное наблюдение кардиолога.

Таблица 1. Готовность пациентов к телемедицинскому наблюдению
Table 1. Patient readiness for telemedicine surveillance

Характеристики / Characteristics	Пациенты / Patients (n = 48); n, %
Наличие мобильного устройства с интернет-доступом / Have a mobile device with internet access	40 (83,3)
Направление использования Интернет / Internet usage direction:	
общий просмотр/поиск информации / general browsing/ search information	48 (100)
поиск информации, связанной со здоровьем / search for information related to health	48 (100)
общение в мессенджерах / communication in messengers	39 (81,3)
использование e-mail / use of e-mail	30 (62,5)
Частота использования Интернет с целью поиска информации / Frequency of using the Internet to search for information:	
ежедневное / daily	44 (91,7)
1 раз/неделю / time/week	4 (8,3)
2 раза/месяц / times/month	0
1 раз/месяц / times/month	0
Потребность в посторонней помощи при использовании смартфона / e-mail / The need for assistance when using a mobile device / e-mail	0/18 (0/37,5)
Осведомленность о возможности телемедицинского наблюдения при заболевании / Awareness of the possibility of telemedicine surveillance in case of illness	25 (52,5)
Осведомленность о контроле показателей здоровья с помощью мобильных регистраторов / Health monitoring awareness with mobile recorders	5 (10,4)
Заинтересованность в телемедицинском кардиологическом наблюдении / Interest in telemedicine cardiac follow-up	38 (79,2)
Заинтересованность в бесплатной телемедицинской помощи / Interest in free telehealth care	38 (79,2)

Осуществимость

Исследование завершили все 33 пациента (100 %), подписавшие информированное согласие на участие в программе ДКР.

Доля пациентов, полностью выполнивших назначенный объем ФТ, составила 39,6 % (12 пациентов из 33

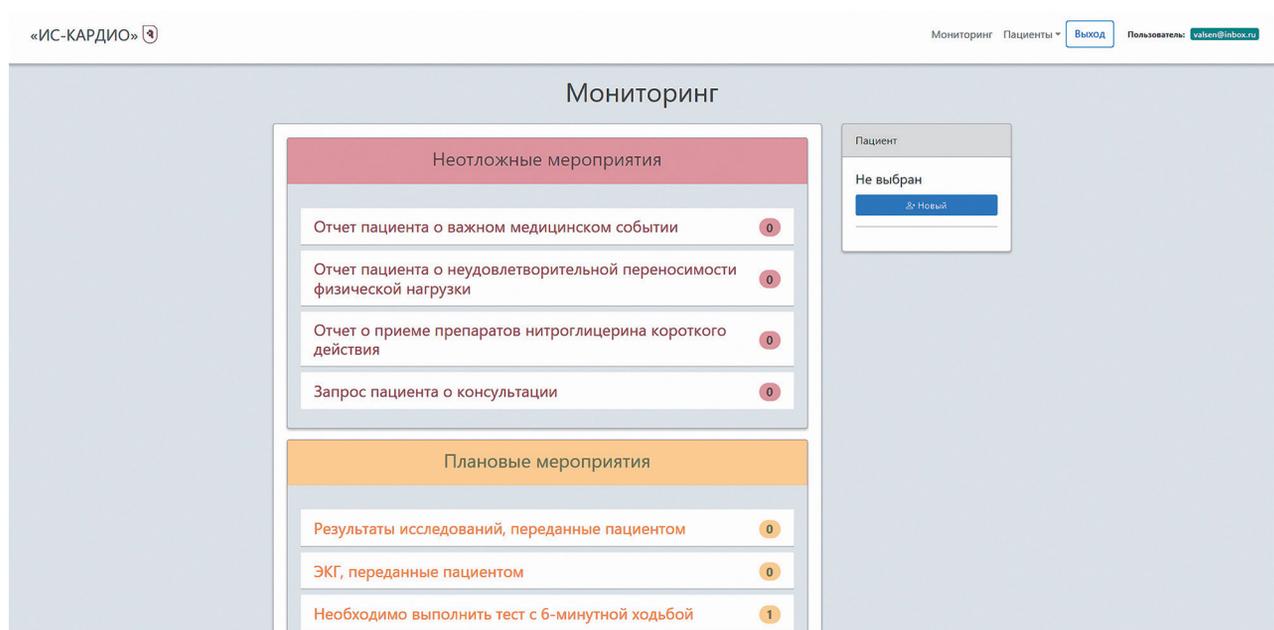


Рис. 4. «Личный кабинет врача»: индикаторы процесса ДКР

Fig 4. "Personal doctor's office": indicators of the RCR process

Примечание: ДКР — дистанционная кардиологическая реабилитация.

Note: RCR — remote cardiological rehabilitation.

включенных в исследование занимались ФТ не менее 3 раз/неделю не менее 30 мин/сеанс). Активность выполнения ФТ составила в среднем $2,4 \pm 0,7$ сеанса ФТ в неделю при суммарной продолжительности тренирующих нагрузок $56,5 \pm 29,8$ мин/неделю. За весь период ДКР было получено 2 сообщения в индикаторе «Отчет пациента о неудовлетворительной переносимости физической нагрузки» и 2 сообщения от того же пациента в индикаторе «Отчет о приеме нитроглицерина короткого действия» с последующей передачей данных АД, ЧСС и ЭКГ и дистанционным консультированием (прекращение программы было связано с развитием приступа стенокардии у пациента с неполной реваскуляризацией миокарда). О развитии серьезных кардиоваскулярных событий, потребовавших экстренной помощи или незапланированной госпитализации, не сообщалось, о чем свидетельствовало отсутствие сообщений в индикаторе «Отчет пациента о важном медицинском событии».

Основными причинами самостоятельной отмены/прерывания ФТ пациентами были повышение АД, препятствующее их выполнению; острые респираторные вирусные инфекции; обострение хронических заболеваний, чрезмерная занятость. Технические причины касались временного отсутствия интернет-доступа и проблем с Bluetooth- и OTG-подключением устройств, что отразилось в 8 сообщениях в индикаторе «Отсутствие отчетов о переносимости физической нагрузки» и 12 сообщениях в индикаторе «Отсутствие отчетов об измерении АД». Основная часть проблем была устранена дистанционно.

Приемлемость (удовлетворенность)

При высокой суммарной удовлетворенности пациентов программой ДКР ($29,0 \pm 3$ балла) был положительно оценен уровень предоставленной телемедицинской услуги ($3,85 \pm 0,16$ балла). ДКР была признана реальной возможностью решения проблемы, связанной с нали-

чием KB3 ($3,67 \pm 0,34$ балла); было высказано желание продолжать участие в подобных программах ($3,79 \pm 0,21$ балла) и рекомендовать дистанционный формат помощи своим родственникам и знакомым ($3,81 \pm 0,2$ балла).

ОБСУЖДЕНИЕ

Известно, что условиями внедрения информационно-коммуникационных технологий в медицинскую практику являются не только наличие технологической готовности системы здравоохранения к их использованию, но и представление об уровне востребованности и информационно-технологической грамотности потенциальных потребителей [24]. Предпринятый в исследовании анализ обнаружил тенденции, сходные с выводами общероссийских исследований [25]. Так, при высоком уровне пользовательской деятельности, пациенты с KB3 недостаточно информированы о возможностях дистанционного наблюдения, и особенно об использовании современных приборов самоконтроля. Возможной причиной низкой осведомленности являются используемые источники информации: сведения об услугах (в том числе медицинских) россияне по-прежнему черпают из телевизионного контента (37,3 %), в меньшей степени — из интернет-источников и рекомендаций знакомых / родственников (34,1 и 31,1 % соответственно) [26]. При этом кардиологические симптомы выступают поводом для дистанционного консультирования у 44,4 % российских респондентов (простудные заболевания — у 60,4 % респондентов) [27].

Большинство современных программ ДКР используют ФТ умеренной интенсивности (40–70 %) [28, 29]. Обзоры исследований, включающих программы ДКР сходной интенсивности и продолжительности (12 недель) свидетельствуют о значительной вариабельности уровня выполнения от 94,4 % [28] до 26,9 % [30]. Осуществимость ДКР с использованием ТМП «ИС-кардио», оцененная в исследовании как доля пациентов, полностью выполнивших программу ФТ, составила 39,6 %. Основной причиной не-

достаточной приверженности пациентов к ДКР (39,6 %) в нашем исследовании видится «ручное» введение показателей ФТ, связанное с отсутствием цифрового трекера физической активности, такая информация признается недостаточно объективной для принятия телемедицинских решений, хотя и формируют у пациентов навыки самоконтроля [16, 31].

Адаптивность программ ДКР обеспечивалась рядом компонентов и функций ТМП «ИС-кардио»: 1) наличие электронной медицинской карты пациента, алгоритмов формирования программ КР; 2) интеграцией цифровых регистраторов с передачей данных по Bluetooth (на текущем этапе — регистраторов АД, ЧСС, ЭКГ); 3) наличием компьютеризированных алгоритмов остановки / продолжения программы ФТ.

Интегративные свойства ТМП определялись медико-техническим потенциалом развития ДКМ за счет расширения линейки цифровых устройств. Интеграция двух отечественных регистраторов ЭКГ повысило эффективность ЭКГ-мониторинга, увеличив продолжительность записи, возможности хранения и анализа ЭКГ в цифровом формате, использование смартфонов на базе Android и iOS. Планируется пополнение комплекта устройств ДКМ цифровым трекером физической активности, что исключит «ручной» способ передачи информации о ФТ.

Оценка пациентами собственного опыта участия в ДКР служит источником для их оптимизации. Выполненные программы названы участниками нашего исследования эффективным способом решения кардиологических проблем, выражена готовность к повторному участию и намерение рекомендовать их своим близким. Очевидно, ограничения, связанные с пандемией COVID-19, значительно повысили заинтересованность населения в удаленной помощи: в 2021 г. положительную оценку российским телемедицинским сервисам дали 81,3 % респондентов, имеющих опыт участия в дистанционном консультировании [32].

Существующие организационные решения, связанные с реализацией системы КР в нашей стране, не отвечают значимости и масштабу поставленных задач, особенно на III (амбулаторно-поликлиническом) этапе. Разработанная нами система дистанционного реабилитационного наблюдения на базе интегрированной ТМП «ИС-кардио» является примером отечественно-

го использования цифровых технологий для решения задачи увеличения вовлеченности кардиологических пациентов в программы вне стационарной КР. Оригинальность разработки заключается в используемом медико-техническом решении, совмещающем принципиальные позиции традиционной КР с современными инструментами телемедицины и цифрового здравоохранения, включая домашний самоконтроль на основе индивидуальных приборов регистрации данных, автоматическую передачу и анализ информации в процессе ДКМ, а также алгоритм обратной связи с пациентом для обеспечения безопасности дистанционно контролируемых ФТ. Целесообразность применения интегрированных ТМП с подобной концепцией показана в недавно проведенных исследованиях [28, 33], демонстрирующих осуществимость и безопасность выполнения удаленно-контролируемых домашних ФТ аналогичной продолжительности и интенсивности.

Возможность продолжения дистанционного наблюдения в рамках мероприятий вторичной профилактики, телемониторинга ЭКГ и лекарственной терапии существенно расширяет перечень целевых групп ДКМ за счет привлечения пациентов с артериальной гипертензией, хронической сердечной недостаточностью, сердечными аритмиями и сахарным диабетом, а также лиц без КВЗ, поддерживающих здоровый образ жизни. Перспективы внедрения ТМП «ИС-кардио» в практическое здравоохранение связаны с созданием регионального телемедицинского центра с охватом нескольких цифровых ФАП в Саратовской области.

Основные ограничения выполненного исследования связаны с отсутствием рандомизации и группы сравнения, а также с использованием при тестировании одной группы пользователей (пациентов). Полагаем, что на текущем этапе разработки ТМП перечисленные ограничения не оказывают критичного влияния на оценку целесообразности ее применения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выявлены высокая потребность пациентов в дистанционном наблюдении, осуществимость ДКР у всех пациентов и удовлетворенность результатами использования ТМП «ИС-кардио», что может свидетельствовать о целесообразности ее применения для выполнения 12-недельных программ ДКР.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Котельникова Елена Владимировна, кандидат медицинских наук, заведующая отделом профилактической кардиологии и реабилитации, НИИ кардиологии, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского» Минздрава России. E-mail: kotel_elena@mail.ru; meduniv@sgmu.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5263-5409>

Гриднев Владимир Иванович, доктор медицинских наук, директор, НИИ кардиологии, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6807-7934>

Посненкова Ольга Михайловна, доктор медицинских наук, заведующая отделом атеросклероза и хронической ишемической болезни сердца, НИИ кардиологии, ФГБОУ ВО

«Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5311-005X>

Сенчихин Валерий Николаевич, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела профилактической кардиологии и реабилитации, НИИ кардиологии, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0496-4504>

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:

Котельникова Е.В. — научное обоснование, методология, написание черновика рукописи; Гриднев В.И. — методология, проверка и редактирование рукописи, руководство проектом; Посненкова О.М. — верификация данных, проверка и редактирование рукописи, курирование проекта; Сенчихин В.Н. — проведение исследования, курация данных, проверка и редактирование рукописи.

Источники финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Конфликт интересов. Котельникова Е.В., Гриднев В.И., Посненкова О.М. являются авторами программы для ЭВМ RU 2022614477 «Телемедицинская кардиологическая коммуникационная система «ИС-кардио» и программы для ЭВМ RU

2022669891 «Модуль физической реабилитации для телемедицинской кардиологической коммуникационной системы «ИС-кардио». Сенчихин В.Н. заявляет об отсутствии потенциального конфликта интересов.

Этическое утверждение. Авторы заявляют, что все процедуры, использованные в данной статье, соответствуют этическим стандартам учреждений, проводивших исследование, и соответствуют Хельсинкской декларации в редакции 2013 г. Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, протокол № 08 от 01.03.2022.

Доступ к данным. Данные, подтверждающие выводы этого исследования, можно получить по обоснованному запросу у корреспондирующего автора.

ADDITIONAL INFORMATION

Elena V. Kotelnikova, Ph.D. (Med.), Head of the Department of Preventive Cardiology and Rehabilitation, Research Institute of Cardiology, V.I. Razumovsky Saratov State Medical University. E-mail: kotel_elena@mai1.ru; meduniv@sgmu.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5263-5409>

Vladimir I. Gridnev, Dr.Sci. (Med.), Director, Research Institute of Cardiology, V.I. Razumovsky Saratov State Medical University. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6807-7934>

Olga M. Posnenkova, Dr.Sci. (Med.), Head of the Department of Atherosclerosis and chronic coronary heart disease Research Institute of Cardiology, V.I. Razumovsky Saratov State Medical University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5311-005X>

Valeriy N. Senchikhin, Ph.D. (Med.), Senior Researcher, Department of Preventive Cardiology and Rehabilitation, Research Institute of Cardiology, V.I. Razumovsky Saratov State Medical University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0496-4504>

Author Contributions. All authors confirm their authorship according to the ICMJE criteria (all authors contributed significantly to the conception, study design and preparation of the article, read and approved the final version before

publication). Special contribution: Kotelnikova E.V. — conceptualization, methodology, writing — original draft; Gridnev V.I. — methodology, writing — review and editing, project administration; Olga M. Posnenkova — validation, writing — review and editing, supervision; Senchikhin V.N. — investigation, data curation, review and editing.

Funding. This study was not supported by any external funding sources.

Disclosure. Kotelnikova E.V., Posnenkova O.V., Gridnev V.I. are the authors computer programs RU 2022614477 “Telemedicine cardiac communication system “IS-cardio” and computer programs RU 2022669891 “Physical rehabilitation module for telemedicine cardiac communication system “IS-cardio”. Senchikhin V.N. declares no potential conflict of interest.

Ethics Approval. The authors declare that all procedures used in this article are in accordance with the ethical standards of the institutions that conducted the study and are consistent with the 2013 Declaration of Helsinki. The study was approved by the Local Ethics Committee of the Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky (protocol No. 1 dated February 2, 2022).

Data Access Statement. The data that support the findings of this study are available on reasonable request from the corresponding author.

Список литературы / References

1. Бубнова М.Г., Барбараш О.Л., Долецкий А.А. и др. Острый инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST электрокардиограммы: реабилитация и вторичная профилактика. Российский кардиологический журнал. 2015; 1: 6–52. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2015-1-6-52> [Bubnova M.G., Barbarash O.L., Doletsky A.A., et al. Acute ST elevation myocardial infarction: aftercare and secondary prevention. National Russian guidelines. Russian Journal of Cardiology. 2015; 1: 6–52. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2015-1-6-52> (In Russ.).]
2. Бубнова М.Г., Аронов Д.М. Кардиореабилитация: этапы, принципы и международная классификация функционирования (МКФ). Профилактическая медицина. 2020; 23(5): 40–9. <https://doi.org/10.17116/profmed20202305140> [Bubnova M.G., Aronov D.M. Cardiorehabilitation: stages, principles and international classification of functioning (ICF). The Russian Journal of Preventive Medicine. 2020; 23(5): 40–9. <https://doi.org/10.17116/profmed20202305140> (In Russ.).]
3. Hammill B.G., Curtis L.H., Schulman K.A., et al. Relationship between cardiac rehabilitation and long-term risks of death and myocardial infarction among elderly Medicare beneficiaries. *Circulation*. 2010; 121: 63–70. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.109.876383>
4. Sandesara P.B., Lambert C.T., Gordon N.F., et al. Cardiac rehabilitation and risk reduction: time to «rebrand and reinvigorate». *Journal of The American College of Cardiology*. 2015; 65(4): 389–95. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2014.10.059>
5. Бубнова М.Г. Актуальные проблемы участия и обучения кардиологических пациентов в программах кардиореабилитации и вторичной профилактики. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2020; 19(6): 2649. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2020-2649> [Bubnova M.G. Actual problems of participation and education of cardiac patients in programs of cardiac rehabilitation and secondary prevention. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2020; 19(6): 2649. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2020-2649> (In Russ.).]
6. Varma N., Cygankiewicz I., Turakhia M., et al. 2021 ISHNE/HRS/EHRA/APHRs collaborative statement on mHealth in Arrhythmia Management: Digital Medical Tools for Heart Rhythm Professionals. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021; 2(1): 4–54. <https://doi.org/10.1016/j.cvdhj.2020.11.004>
7. Aragaki D., Luo J., Weiner E., et al. Cardiopulmonary Telerehabilitation. *Circulation: Arrhythmia and Electrophysiology*. 2021; 32(2): 263–76. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2021.01.004>

8. McDermott M.M., Spring B., Berger J.S., et al. Effect of a home-based exercise intervention of wearable technology and telephone coaching on walking performance in peripheral artery disease: the HONOR randomized clinical trial. *Journal of the American Medical Association*. 2018; 319(16): 1665–76. <https://doi.org/10.1007/s11606-018-4621-5>
9. Piepoli M.F., Hoes A.W., Agewall S., et al. ESC Scientific Document Group. 2016 European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: the Sixth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (constituted by representatives of 10 societies and by invited experts) developed with the special contribution of the European Association for Cardiovascular Prevention & Rehabilitation (EACPR). *European Heart Journal*. 2016; 37: 2315–81. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw106>
10. Anderson L., Sharp G.A., Norton R.J., et al. Home-based versus centre-based cardiac rehabilitation. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2017; 6: CD007130. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD007130>
11. Hannan A.L., Harders M.P., Hing W., et al. Impact of wearable physical activity monitoring devices with exercise prescription or advice in the maintenance phase of cardiac rehabilitation: systematic review and meta-analysis. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*. 2019; 11: 14. <https://doi.org/10.1186/s13102-019-0126-8>
12. Scherrenberg M., Wilhelm M., Hansen D., et al. The future is now: a call for action for cardiac telerehabilitation in the COVID-19 pandemic from the secondary prevention and rehabilitation section of the European Association of Preventive Cardiology. *European Journal of Preventive Cardiology*. 2020; 28(5): 524–40. <https://doi.org/10.1177/2047487320939671>
13. Balady G.J., Ades P.A., Bittner V.A., et al. Referral, enrollment, and delivery of cardiac rehabilitation/secondary prevention programs at clinical centers and beyond: a presidential advisory from the American Heart Association. *Circulation*. 2011; 124(25): 2951–60. <https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e31823b21e2>
14. Kirchhof P., Sipido K.R., Cowie M.R., et al. and ESC CRT R&D and European Affairs Work Shop on Personalized Medicine. The continuum of personalized cardiovascular medicine: a position paper of the European Society of Cardiology. *European Heart Journal*. 2014; 35(46): 3250–7. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehu312>
15. Абдрахманова Г.И., Васильковский С.А., Вишнеvский К.О. и др. Цифровая экономика: 2023: краткий статистический сборник. Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: НИУ ВШЭ, 2023. 332 с. ISBN 978-5-7598-2697-2. [Abdrakhmanova G.I., Vasilkovskii S.A., Vishnevskii K.O., et al. *Cifrovaya ekonomika: 2023: kratkij statisticheskij sbornik*. Nats issled un-t Vysshaya shkola ekonomiki M.: NIU VSHE, 2023. 332 p. ISBN 978-5-7598-2697-2. (In Russ.)]
16. Wiegel J., Seppen B., van der Leeden M., et al. Adherence to Telemonitoring by Electronic Patient-Reported Outcome Measures in Patients with Chronic Diseases: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021; 18: 10161. <https://doi.org/10.3390/ijerph181910161>
17. Dayer L., Heldenbrand S., Anderson S., et al. Smartphone medication adherence apps: Potential benefits to patients and providers. *Journal of the American Pharmacists Association*. 2013; 53(2): 172–81. <https://doi.org/10.1331/JAPhA.2013.12202>
18. Деминг Э. Выход из кризиса. Новая парадигма управления людьми, системами и процессами. М.: Альпина Паблишер, 2019. 417 с. ISBN 978-5-9614-7101-4. [Deming E. *Novaya paradigma upravleniya lyud'mi, sistemami i processami*. M.: Alpina Pablisher, 2019. 417 p. (In Russ.)]
19. Constand M.K., MacDermid J.C., Dal Bello-Haas V., et al. Scoping review of patient-centered care approaches in healthcare. *BMC Health Services Research*. 2014; 14: 271. <https://doi.org/10.1186/1472-6963-14-271>
20. Borg G. Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*. 1990; 16(Suppl. 1): 55–8. <https://doi.org/10.5271/sjweh.1815>
21. Lear S.A., Singer J., Banner-Lukaris D., et al. Randomized trial of a virtual cardiac rehabilitation program delivered at a distance via the internet. *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes*. 2014; 7(6): 952–9. <https://doi.org/10.1161/CIRCOUTCOMES.114.001230>
22. Bowen D.J., Kreuter M., Spring B., et al. How We Design Feasibility Studies. *American Journal of Preventive Medicine*. 2009; 36(5): 452–7. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2009.02.002>
23. Attkisson C., Greenfield T.K. The UCSF client satisfaction scales: I. The Client Satisfaction Questionnaire-8. In: Maruish M., ed. *The use of psychological testing for treatment planning and outcome assessment*. Mahwah NJ.: Lawrence Erlbaum Associates; 2004: 799–811.
24. World Health Organization 2016. Global diffusion of eHealth: making universal health coverage achievable. Report of the third global survey on eHealth. December 15, 2016. Available at: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241511780> (Accessed January 12, 2024).
25. Отчет «Digital 2022 Russian Federation» — Цифровые тенденции в России в 2022 году. Доступно на: <https://сра.rip/stati/digital-2022-russian-federation/> (Дата обращения 16.11.2023). [Otchet «Digital 2022 Russian Federation» — Cifrovye tendencii v Rossii v 2022 godu. Available at: <https://сра.rip/stati/digital-2022-russian-federation/> (Accessed November 16, 2023). (In Russ.)]
26. Железнякова И.А., Хелисупали Т.А., Омеляновский В.В. и др. Анализ возможности применения зарубежного опыта оказания телемедицинских услуг в Российской Федерации. Медицинские технологии. Оценка и выбор. 2020; 2: 26–34. <https://doi.org/10.17116/medtech20204002126> [Zhelezniakova I.A., Khelisupali T.A., Omelianovskii V.V., et al. Analysis of the possibility of applying foreign experience in the provision of telemedicine services in the Russian Federation. *Medical Technologies. Assessment and Choice*. 2020; 2: 26–34. <https://doi.org/10.17116/medtech20204002126> (In Russ.)]
27. Медведева Е.И., Александрова О.А., Крошилилин С.В. Телемедицина в современных условиях: отношение социума и вектор развития. Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2022; 15(3): 200–22. <https://doi.org/10.15838/esc.2022.3.81.11> [Medvedeva E.I., Aleksandrova O.A., Kroshiliin S.V. Telemedicine in modern conditions: The attitude of society and the vector of development. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*. 2022; 15(3): 200–22. <https://doi.org/10.15838/esc.2022.3.81.11> (In Russ.)]
28. Kikuchi A., Taniguchi T., Nakamoto K., et al. Feasibility of home-based cardiac rehabilitation using an integrated telerehabilitation platform in elderly patients with heart failure: A pilot study. *Journal of Cardiology*. 2021; 78(1): 66–71. <https://doi.org/10.1016/j.jjcc.2021.01.010>
29. Batalik L., Filakova K., Batalikova K., et al. Remotely monitored telerehabilitation for cardiac patients: A review of the current situation. *World Journal of Clinical Cases*. 2020; 8(10): 1818–31. <https://doi.org/10.12998/wjcc.v8.i10.1818>
30. Ritchey M.D., Maresh S., McNeely J., et al. Tracking cardiac rehabilitation participation and completion among medicare beneficiaries to inform the efforts of a national initiative. *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes*. 2020; 13: e005902 <https://doi.org/10.1161/CIRCOUTCOMES.119.005902>
31. Mays J.A., Mathias P.C. Measuring the rate of manual transcription error in outpatient point-of-care testing. *Journal of the American Medical Informatics Association: JAMIA*. 2019; 26(3): 269–72. <https://doi.org/10.1093/jamia/ocy170>
32. Покида А.Н., Зыбуновская Н.В. Развитие телемедицины в России: взгляд потребителей. Здоровье населения и среда обитания. 2021;29(12):7–16. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-12-7-16> [Pokida A.N., Zybunovskaia N.V. The development of telemedicine in Russia: the view of consumers. *Public Health and Life Environment* 2021; 29(12): 7–16. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-12-7-16> (In Russ.)]
33. Nishitani-Yokoyama M., Shimada K., Fujiwara K., et al. Safety and Feasibility of Tele-Cardiac Rehabilitation Using Remote Biological Signal Monitoring System: A Pilot Study. *Cardiology Research*. 2023; 14(4): 261–7. <https://doi.org/10.14740/2Fcr1530>

Обзорная статья / Review

УДК: 616-005.93

DOI: <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-1-66-76>

Актуальные аспекты медицинской реабилитации пациентов с лимфедемой конечностей, связанной с лечением рака.

Обзор литературы

 Кончугова Т.В.,  Апханова Т.В.*,  Кульчицкая Д.Б.,  Юрова О.В.,  Агасаров Л.Г.,
 Марфина Т.В.

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

ВВЕДЕНИЕ. За последние десятилетия в развитых странах и в Российской Федерации наблюдается рост числа пациентов с вторичной лимфедемой, перенесших оперативное лечение с диссекцией регионарных лимфатических узлов и лучевой терапией по поводу различных форм гинекологического рака у женщин и рака простаты у мужчин, а также рака молочной железы.

ЦЕЛЬ. Поиск и анализ результатов ранее опубликованных рандомизированных контролируемых исследований (РКИ) эффективности различных немедикаментозных методов реабилитации у пациентов с лимфедемой конечностей, перенесших радикальное лечение по поводу рака различной локализации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Был проведен поиск и изучены публикации в международных научных рецензируемых изданиях (база PEDro), посвященные медицинской реабилитации при лимфедеме, связанной с лечением рака (ЛСЛР), за период с 1996 г. по декабрь 2023 г., по ключевым словам «lymphedema», «rehabilitation». 145 РКИ посвящено медицинской реабилитации и консервативному лечению ЛСЛР.

ОБСУЖДЕНИЕ. Коррекция образа жизни, психосоциальные вмешательства рекомендуются для улучшения качества жизни пациентов. В проведенных исследованиях установлено, что ранняя активизация, различные физические упражнения при медленном увеличении нагрузок под наблюдением врача ЛФК являются безопасными и способствуют увеличению выносливости, силы и диапазона движений в конечности с лимфатическим отеком. Доказана клиническая эффективность лечебной гимнастики в бассейне, проявляющаяся в уменьшении отеков у пациентов с ЛСЛР. Подтверждена эффективность компрессионных изделий с технологией Velcro, альтернативных жестким низкорастяжимым бандажам у пациентов с ЛСЛР. Доказаны противовоспалительный и противовоспалительный эффекты низкоинтенсивной лазерной терапии и магнитотерапии при реабилитации пациентов с ЛСЛР. Переменная пневмокомпрессия (ППК) рекомендуется в качестве адъювантного метода лечения в дополнение к комплексной противоотечной терапии. Предпочтение должно отдаваться применению технологий усовершенствованных аппаратных лимфодренажных методов, имитирующих ручные мануальные техники.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Для улучшения физического и социально-психологического функционирования пациентов с ЛСЛР необходим комплексный подход, включающий изменение образа жизни, психологическую коррекцию, компрессионную терапию, современные методики ЛФК, безопасные физиотерапевтические технологии. Проведенные научные исследования свидетельствуют о высокой эффективности применения ручных и аппаратных лимфодренажных методик, при этом применение ППК является более экономичным и доступным, не требует привлечения специалистов, владеющих дорогостоящей методикой мануального лимфодренажа.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: лимфедема конечностей, рак груди, гинекологический рак, переменная пневмокомпрессия, лазеротерапия, магнитотерапия, мануальный лимфодренаж.

Для цитирования / For citation: Кончугова Т.В., Апханова Т.В., Кульчицкая Д.Б., Юрова О.В., Агасаров Л.Г., Марфина Т.В. Актуальные аспекты медицинской реабилитации пациентов с лимфедемой конечностей, связанной с лечением рака. Обзор литературы. Вестник восстановительной медицины. 2024; 23(1):66-76. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-1-66-76> [Konchugova T.V., Arkhanova T.V., Kulchitskaya D.B., Yurova O.V., Agasarov L.G., Marfina T.V. Current Aspects of Medical Rehabilitation of Patients with Cancer Related Lymphedema of Extremities: a Narrative Review. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(1):66-76. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-1-66-76> (In Russ.)]

* **Для корреспонденции:** Апханова Татьяна Валерьевна, E-mail: apkhanovatv@nmicrk.ru

Статья получена: 12.10.2023
Статья принята к печати: 12.01.2024
Статья опубликована: 15.02.2024

Current Aspects of Medical Rehabilitation of Patients with Cancer Related Lymphedema of Extremities: a Narrative Review

 Tatiana V. Konchugova,  Tatiana V. Apkhanova*,  Detelina B. Kulchitskaya,  Olga V. Yurova,  Lev G. Agasarov,  Tatyana V. Marfina

National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russia

ABSTRACT

INTRODUCTION. Over the past decades, in developed countries and in the Russian Federation, there has been an increase in the number of patients with secondary lymphedema who have undergone surgical treatment with dissection of regional lymph nodes and radiation therapy for various forms of gynecological cancer in women and prostate cancer in men, as well as breast cancer.

AIM. Search and analysis of the results of previously published randomized controlled trials (RCTs) of the effectiveness of various non-drug rehabilitation methods in patients with lymphedema of the extremities who underwent radical treatment for cancer of various locations.

MATERIALS AND METHODS. A search was conducted and studied publications in international scientific peer-reviewed publications (PEDro Database) on medical rehabilitation for cancer treatment-related lymphedema (LSPR) for the period from 1996 to December 2023 using the keywords “lymphedema”, “rehabilitation”. 145 RCTs focused on medical rehabilitation and conservative treatment of LSPR.

DISCUSSION. Lifestyle correction and psychosocial interventions are recommended to improve the quality of life of patients. Studies have found that early activation, various physical exercises with a slow increase in loads under the supervision of a physical therapist are safe and help increase endurance, strength and range of motion in a limb with lymphatic edema. The clinical effectiveness of therapeutic exercises in the pool has been proven, manifested in the reduction of edema in patients with LSPR. The effectiveness of compression products with Velcro technology as an alternative to rigid low-stretch bandages in patients with LSPR has been confirmed. The anti-edematous and anti-inflammatory effects of low-intensity laser therapy and magnetic therapy in the rehabilitation of patients with LSLR have been proven. Alternating pneumatic compression (APC) is recommended as an adjuvant treatment in addition to comprehensive decongestant therapy. Preference should be given to the use of technologies of advanced hardware lymphatic drainage methods that imitate manual techniques.

CONCLUSION. To improve the physical and socio-psychological functioning of patients with LSPR, an integrated approach is required, including lifestyle changes, psychological correction, compression therapy, modern exercise therapy techniques, and safe physiotherapeutic technologies. Conducted scientific research indicates the high effectiveness of the use of manual and hardware lymphatic drainage techniques, while the use of PPC is more economical and accessible, and does not require the involvement of specialists who know the expensive method of manual lymphatic drainage.

KEYWORDS: lymphedema of the extremities, breast cancer, gynecological cancer, intermittent pneumatic compression, laser therapy, magnetic therapy, manual lymphatic drainage.

For citation: Konchugova T.V., Apkhanova T.V., Kulchitskaya D.B., Yurova O.V., Agasarov L.G., Marfina T.V. Current Aspects of Medical Rehabilitation of Patients with Cancer Related Lymphedema of Extremities: a Narrative Review. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(1):66-76. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-1-66-76>

* **For correspondence:** Tatiana V. Apkhanova, E-mail: apkhanovatv@nmicrk.ru

Received: 12.10.2023

Accepted: 12.01.2024

Published: 15.02.2024

ВВЕДЕНИЕ

За последние десятилетия в развитых странах и в Российской Федерации наблюдается неуклонный рост числа пациентов с вторичной лимфедемой, перенесших оперативное лечение с диссекцией регионарных лимфатических узлов и лучевой терапией по поводу различных форм гинекологического рака у женщин и рака простаты у мужчин, а также рака молочной железы (PMЖ) [1–3]. Примерно у 19–24 % онкологических пациентов развиваются тяжелые формы лимфедемы, связанной с лечением рака (ЛСЛР), клинически проявляющиеся в виде трудноизлечимого отека конечностей, которые требуют интенсивного вмешательства и приводят к существенному бремени для пациентов и системы здравоохранения [4, 5]. В МКБ-11 ЛСЛР имеет код BE1B — лимфедема вследствие операции или лучевой терапии.

Пациенты с ЛСЛР имеют значительно более низкое качество жизни и снижение трудоспособности, поэтому медицинская реабилитация рекомендуется данной категории пациентов на разных этапах для снижения риска прогрессирования и развития запущенных стадий лимфатических отеков [6].

Целью реабилитационных программ, включающих комплекс мероприятий, направленных на возмещение (компенсацию) утраченных (нарушенных) функций, ограничений жизнедеятельности, является повышение качества жизни пациентов, реализующееся с помощью коррекции поведения, образа жизни и дополнительного комплекса немедикаментозных методов реабилитации в различные моменты времени на всех этапах радикального лечения рака и после его завершения [7–9].

ЦЕЛЬ

Проведение поиска и научного анализа результатов ранее опубликованных рандомизированных контролируемых исследований эффективности различных немедикаментозных методов реабилитации у пациентов с лимфатическими отеками конечностей, перенесших радикальное лечение по поводу рака различной локализации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Был проведен поиск и изучены публикации в международных научных рецензируемых изданиях, посвященные медицинской реабилитации ЛСЛР за период с 1996 г. по декабрь 2023 г.

Общее количество работ в Physiotherapy Evidence Database (PEDro) (University of Sydney), являющейся электронной базой данных по доказательной физиотерапии, на декабрь 2023 г. по запросу «lymphedema» составило 214 источников, из них РКИ, посвященных тематике «lymphedema of extremities», «breast cancer rehabilitation», «lymphedema and gynecologic cancer», — 145 РКИ. На долю систематических обзоров (65), национальных клинических рекомендаций (Practice guideline) (4) пришлось 32,24 % (69), которые не подлежали балльной оценке и имели категорию N/A. Доброкачественными РКИ по шкале PEDro признаются исследования, имеющие рейтинг свыше 5 баллов, такими РКИ были признаны 67,58 % (98), 47 РКИ имели балльную оценку от 1 и 4, что составило 32,41 %.

145 РКИ посвящено медицинской реабилитации и консервативному лечению ЛСЛР, из них: применению различных видов компрессионного лечения — 16, профилактике ЛСЛР — 8, применению методов ЛФК — 50, эффективности комплексной противоотечной терапии (КПТ) — 23, кинезиотейпированию при ЛСЛР — 10, 5 исследований посвящены применению акватерапии (лечебная гимнастика в бассейне) при ЛСЛР, 7 РКИ посвящены эффективности низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) при ЛСЛР, 3 РКИ — эффективности интенсивного режима терапии, 6 РКИ — эффективности физиотерапевтических аппаратных методов (электротерапия, криотерапия, ударно-волновая терапия), 6 исследований — эффективности миофасциальных методов, психокоррекции, йоги при ЛСЛР. В 14 исследованиях освещены особенности применения различных методик переменной пневмокомпрессии (ППК) при ЛСЛР (рис. 1). Также были проанализированы систематические обзоры и метаанализы, опубликованные в Международных базах данных (Scopus, PubMed) на декабрь 2023 г., посвященные различным аспектам медицинской реабилитации при ЛСЛР.

ОБСУЖДЕНИЕ**Изменение образа жизни и психологическая коррекция**

Изменение образа жизни — обязательный базовый компонент программ медицинской реабилитации пациентов с ЛСЛР и включает: исключение малоподвижного образа жизни; повышение физической активности; ежедневную ходьбу в компрессионном трикотаже, желательна в середине дня или до/после работы; элевацию конечности в положении сидя и в положении лежа

(10 градусов); исключение длительного воздействия тепла (инсоляций, сауны, горячих ванн); поддержание здорового веса тела, борьбу с ожирением; ношение свободной одежды, не препятствующей движениям и дыханию [7, 10–12].

Особенностями ведения пациентов с ЛСЛР является неблагоприятный прогноз, связанный с прогрессирующим отеком, определенный спектр противопоказанных физиобальнеотерапевтических факторов (тепловые процедуры, термальные минеральные ванны). Также в проведенных исследованиях установлено, что психологический статус пациентов с ЛСЛР, перенесших адъювантное лечение, часто отягощен депрессивным синдромом, астенией, снижением общих и местных иммунных реакций [13–16].

Это накладывает отпечаток на поведение больных, вызывает повышенную лабильность, низкий комплайнс, недоверие к рекомендациям врача [17, 18].

В ряде проведенных исследований приводятся данные о наличии высокой степени тревоги и депрессии у пациентов с ЛСЛР [19, 20]. В проведенном исследовании Abbasi B. et al. (2018) изучалось влияние методов релаксации на уровень отеков, тревоги и депрессии у женщин, проходящих КПТ в сравнении только с КПТ. Объем отека, показатели тревоги и депрессии сравнивали на первом и последнем сеансах первой фазы лечения и через шесть недель после него. Показатели уменьшения отеков, тревоги и депрессии составили 63,6, 54,1 и 65,5 % в основной группе и 60,7, 31,4 и 35,2 % в группе сравнения соответственно. Отмечены значительные различия между двумя группами по снижению показателей депрессии ($p = 0,024$) и тревоги ($p = 0,011$) в основной группе на протяжении всего исследования. Таким образом, установлено, что методы релаксации уменьшали показатели тревоги и депрессии, а также объем отеков у больных лимфедемой [19].

Пациенты, радикально пролеченные по поводу рака различной локализации, как правило испытывают значительные эмоциональные, физические и социальные страдания. Современная помощь при раке все чаще включает в себя психосоциальные вмешательства для улучшения качества жизни. Для помощи в уходе и восстановлении использовались творческие художественные методы лечения. Установлено, что танцевально-двигательная терапия позволяет улучшить самовыражение, справиться с чувствами депрессии, страха, увеличить диапазон движений рук и уменьшить окружность руки после мастэктомии [18, 21].

Применению различных методик психотерапевтического воздействия (индивидуальное консультирование, когнитивно-поведенческие методы, десенсибилизация психологических травм, йога) для уменьшения проявлений тревоги и депрессии, астенического синдрома на различных этапах реабилитации посвящены единичные публикации [21, 22].

Опубликованный Кокрановский систематический обзор (2015), посвященный применению психологической коррекции и танцевальной терапии у пациенток после радикального лечения рака груди, включал три РКИ (207 женщин, пролеченных по поводу РМЖ). Отмечено, что танцевально-двигательная терапия может оказывать благотворное влияние на качество жизни и повы-

шение физической активности женщин, перенесших радикальное лечение по поводу РМЖ при отсутствии побочных эффектов [23].

Методы ЛФК

Наибольшее количество опубликованных в различных международных базах данных исследований посвящено анализу эффективности различных методов ЛФК у пациентов с ЛСЛР. Пациентам, перенесшим диссекцию регионарных лимфатических узлов, рекомендуется назначение индивидуализированных и контролируемых физических упражнений в ранние сроки после операции с постепенным увеличением двигательной активности для предотвращения развития лимфатического отека конечности [24–26].

В исследовании Bendz I. et al. (2002) показана эффективность и безопасность программы упражнений на плечо через 1–2 дня после операции. Программа включает прерывистые захваты рук с мячом, сгибание и разгибание в локтевом суставе с прогрессированием до 90 градусов сгибания плеча и отведение с согнутым локтем. С 8-го по 14-й день назначаются упражнения на сгибание и отведение плеча до 90 градусов при разогнутом локтевом суставе. При сравнении ранних и отсроченных упражнений (через 14 дней после операции) показана безопасность ранних упражнений без значительного увеличения числа случаев лимфедемы через 2 года [27].

Сравнение контролируемых упражнений с низким сопротивлением (0,5 кг) через 2 дня после операции с обычным лечением с ограничением активности у пациентов с риском ЛСЛР было проведено Sagen A. et al. (2009). Установлено, что индивидуальные упражнения приводят к повышению мышечной силы и выносливости без увеличения риска развития ЛСЛР между группами (величина эффекта: $-0,18$) [28].

В проведенном исследовании Oliveira M.M.F. (2018) установлено, что ранняя активность, физические упражнения и дополнительные процедуры мануального лимфодренажа (МЛД) (через 48 часов после операции), при медленном увеличении нагрузок под наблюдением врача ЛФК, являются безопасными и способствуют увеличению выносливости, силы и диапазона движений в конечности [29].

Однако в другом исследовании установлено, что дополнительное назначение МЛД к программе, состоящей из упражнений, мобилизации, растяжки, стабилизации лопатки и массажа, не дает дополнительных преимуществ по сравнению с контрольным вмешательством, поскольку частота ЛСЛР существенно не отличалась между группами через 60 месяцев (относительный риск 1,08; 95%-й доверительный интервал [95% ДИ] 0,74–1,58) [30].

Также в ряде исследований установлено, что регулярные занятия спортом активизируют обмен веществ и антиоксидантную систему, способствуют нормализации массы тела, снижению утомляемости в группах с физическими тренировками, а различные методы ЛФК являются важным звеном реабилитации пациенток с ЛСЛР [31–33].

Американский колледж спортивной медицины рекомендует применение как минимум 150 минут умерен-

ных или 75 минут энергичных аэробных упражнений в неделю с включением силовых тренировок не менее 2 дней в неделю, а также силовые тренировки для женщин, получающих адъювантную химиотерапию или гормональную терапию рака, для улучшения физического функционирования и качества жизни [34, 35].

В проведенном РКИ у женщин, перенесших радикальное лечение по поводу рака матки ($n = 213$), установлено, что при более высоком уровне физической активности $\geq 18,0$ МЕТ·ч·нед. отношение шансов (ОШ) развития лимфедемы составляло 0,19 (95 % ДИ 0,09–0,43; тренд $p < 0,0001$) по сравнению с более низким уровнем физической активности < 3 МЕТ·ч·нед, при котором ОШ развития лимфедемы составило 0,32 (95 % ДИ 0,15–0,69; тренд $p = 0,003$) [36].

Тренировки с отягощениями под наблюдением инструктора ЛФК через 1 месяц после операции способны снизить риск лимфедемы и облегчить симптомы за счет увеличения мышечной силы и подвижности суставов, стимуляции венозного и лимфатического оттока, а также побуждают пациентов чувствовать себя более независимыми, поскольку они возвращаются к своей повседневной деятельности [37, 38].

В проведенном пилотном исследовании применения программы прогрессивных тренировок с отягощениями, включавших комплекс физических упражнений два раза в день в течение 24 недель после хирургического лечения (две недели под наблюдением в стационаре и 22 недели домашних тренировок), установлен уровень приверженности $> 75\%$ у большинства пациентов и не выявлено никаких серьезных нежелательных явлений. Через месяц после операции изменений индекса массы тела (ИМТ) не было отмечено, но объем ног у всех пациентов достоверно уменьшился [39]. Это может быть связано с тем, что упражнения с отягощениями помогают увеличить мышечную силу и стимулируют венозный и лимфатический отток [40]. Уровень заболеваемости лимфедемой в данном исследовании составил 4,2 % (1/24) по сравнению с частотой 20–50 %, описанной в литературе [41].

В пилотном РКИ ($n = 40$) было изучено влияние комплексной программы реабилитации (КР) и КПТ на отек, физическую функцию и качество жизни у пациентов с односторонней лимфедемой нижних конечностей после гинекологической операции по поводу рака. Пациентки были случайным образом распределены на группу КПТ ($n = 20$) и группу КПТ + КР ($n = 20$). КР включала растяжку, силовые и аэробные упражнения, выполняемые в течение 40 минут пять раз в неделю в течение 4 недель. Интенсивная КПТ проводилась физиотерапевтом в течение 2 недель. После проведенного 4-недельного вмешательства отек, утомляемость, боль и показатели качества жизни пациентов значительно улучшились в обеих группах ($p < 0,05$). Физическая функция и усталость по опроснику качества жизни EORTC QLQ-C30, а также сила четырехглавой мышцы были значительно улучшены в группе КПТ + КР по сравнению с группой КПТ ($p < 0,05$) [42].

Пациентам с ЛСЛР рекомендуются виды спорта, связанные с ритмичными движениями мышц и суставов нижних конечностей и глубоким дыханием: дыхательная гимнастика, скандинавская ходьба, циклические

упражнения, плавание и аквааэробика, умеренные силовые тренировки, аэробные физические нагрузки в виде ходьбы, бега, плавания [43].

Американское Руководство по применению ЛФК у онкологических пациентов (2017) рекомендует занятия лечебной физкультурой при реабилитации пациентов, перенесших радикальное лечение рака, с целью профилактики развития и прогрессирования ЛСЛР [44].

Небольшое количество РКИ посвящено эффективности методик ЛГ в бассейне при реабилитации пациентов с ЛСЛР с целью уменьшения отеков конечностей. Программы ЛГ в бассейне показали эффективность, благодаря дополнительному гидростатическому фактору. Следует учитывать, что пациентам с повреждениями кожи или кожными заболеваниями ЛГ в бассейне не показана [45].

В проведенном сравнительном исследовании эффективности физических упражнений в воде и упражнений в зале оценивались уменьшение объема конечностей, ИМТ, повседневное функционирование (с помощью анкет DASH и HOOS), самочувствие и образ тела, которые измерялись с помощью специальной анкеты исследования. В этом РКИ приняли участие 88 пациенток с вторичной лимфедемой после радикального лечения РМЖ или гинекологического рака. Выявлена более высокая доля женщин, у которых уменьшился вторичный объем рук и нижних конечностей ($p = 0,029$), а также были значительные различия по ИМТ ($p = 0,029$) в группе, выполнявшей упражнения в воде. Полученные результаты показали, что для уменьшения отека пациентам с лимфедемой могут быть предложены тренировки в воде, в то время как для улучшения ежедневной функции плеча предпочтительнее упражнения в зале [46].

В опубликованном систематическом обзоре РКИ по эффективности применения физических упражнений в воде у пациентов с первичной или вторичной лимфедемой верхних или нижних конечностей, проанализированы результаты 88 РКИ на английском языке (с 2000 по 2021 г.), путем проверки баз данных MEDLINE (PubMed) и PEDro, из которых было отобрано 8 РКИ.

Было показано, что диапазон сгибания, наружной ротации и отведения плеча улучшается после выполнения протокола упражнений в бассейне. Некоторые данные также продемонстрировали, что после лечения увеличивается сила пораженных отеком конечностей. Более того, упражнения в воде, по-видимому, улучшали восприятие боли и качество жизни у пациентов с лимфедемой верхних или нижних конечностей. Напротив, в контрольных группах качество жизни имело тенденцию к ухудшению с течением времени [47].

В систематический обзор Reger M. (2022) были включены 10 публикаций, касающихся 12 исследований среднего качества с участием 430 пациентов, в основном с РМЖ. Пациенткам проводили ЛГ в бассейне, ванны для ног и общие ванны. Оценивались состояние лимфатического отека, качество жизни, утомляемость, ИМТ, тревога и боль. В некоторых исследованиях сообщалось о значительном улучшении качества жизни, уменьшении выраженности лимфедемы, боли в шее и плечах, утомляемости и ИМТ, в то время как в других исследованиях не было обнаружено каких-либо изменений в отношении этих конечных точек [48].

Наиболее часто используемым вмешательством были физические упражнения в бассейне (Tidhar D. et al., 2010; Yeung W., Semciw A.I., 2018), включающие аэробные, моторные движения и упражнения на растяжку в глубоководном бассейне (Cantarero-Villanueva I. et al., 2013; Ali K.M. et al., 2021). Кроме того, была изучена эффективность ножных ванн (Park R., Park C., 2015; Yamamoto K., Nagata S., 2011) и купаний (Fujimoto S. et al., 2017). Продолжительность вмешательств варьировала от 8 недель до 3 месяцев [49–55].

Из-за разнородных результатов и методических ограничений проведенных исследований невозможно сделать четкое заявление об эффективности аквааэробии у онкологических пациентов.

Компрессионный трикотаж

Всем пациентам с высоким риском развития ЛСЛР рекомендован подбор подходящих медицинских компрессионных изделий, в сочетании с физическими упражнениями для конечностей и диафрагмальным дыханием для снижения риска развития вторичной лимфедемы [56].

В проведенном РКИ (Ochalek K., 2017) пациенты были распределены на 2 группы: компрессионные изделия круговой вязки с давлением — 15–21 мм рт. ст. и отсутствием компрессии после операции мастэктомии. Пациенты обеих групп выполняли упражнения для верхних конечностей с глубоким диафрагмальным дыханием ежедневно в течение 15 минут. Авторы сообщили о значительном уменьшении отека ($p < 0,001$) через 12 месяцев в группе компрессионной терапии [56].

В небольшом количестве опубликованных исследований доказана эффективность инновационных компрессионных изделий с технологией Velcro, альтернативных жестким бандажным повязкам из бинтов низкой растяжимости у пациентов с ЛСЛР, проявляющаяся в значимом уменьшении отеков конечности и снижения риска прогрессирования лимфедемы [57].

Регулируемые нерастяжимые компрессионные бандажки (РНКБ) с технологией Velcro (на липучках), являющиеся разновидностью неэластичных бандажей, могут рекомендоваться пациентам с ЛСЛР, как альтернатива традиционно применяющимся бандажам — многослойным низкорастяжимым бандажам (МНБ) в интенсивную и поддерживающую фазы КПТ, с возможностью замены РНКБ в ночное время «ночными» изделиями с низким профилем давления (~15 мм рт. ст.) и массирующими встроенными пенными каналами, за счет содержания колотой полиуретановой пены [58].

РНКБ создают целевое компрессионное давление 50 мм рт. ст., которое может быть отрегулировано самим пациентом с помощью специальной шкалы, обладают высокой жесткостью, не теряют целевого уровня давления за счет возможности самостоятельно перенастроить бандажную систему в любое время суток, не обращаясь к специалисту [58–60].

При использовании РНКБ пациенты с ЛСЛР имеют возможность принятия ежедневных водных гигиенических процедур, чего лишены пациенты, применяющие МНБ, что может повысить приверженность пациентов к данному виду компрессионной терапии [61].

Физиотерапия

Незначительное количество РКИ посвящено изучению эффективности применения методики общей магнитотерапии при реабилитации пациентов с ЛСЛР [62–64].

По данным отдельных РКИ выявлено снижение выраженности болевого и отеочного синдрома у пациентов с лимфедемой, в том числе после радикального лечения рака, получавших магнитотерапию, по сравнению с плацебо-контролируемой группой [62].

Значительное количество публикаций посвящено эффективности низкоинтенсивной лазерной терапии при реабилитации пациентов с ЛСЛР с целью уменьшения отека и воспаления, стимуляции регенерации лимфатических сосудов, а также для предотвращения фиброза тканей [65–70].

Имеются данные о положительных результатах использования низкоинтенсивной лазерной терапии, или фотобиомодуляции (ФБМ) [66], при лечении пациентов с ЛСЛР. Термин ФБМ используется в основном за рубежом, тогда, как у нас в стране в течение десятилетий используется термин «низкоинтенсивное лазерное излучение» (НИЛИ). В систематических обзорах [67, 68], предоставлены убедительные доказательства в пользу ФБМ по сравнению с плацебо с точки зрения уменьшения отека конечностей при краткосрочном наблюдении. В исследованиях чаще использовались длины волн инфракрасного спектра (808–905 нм), а плотности энергии находились в диапазоне от 1,5 до 2,4 Дж/см².

В систематическом обзоре по анализу безопасности низкоинтенсивного лазерного излучения с точки зрения стимуляции роста опухолевых клеток только в 7 исследованиях из 13 было доказано положительное влияние ФБМ на ингибирование или предотвращение воздействия НИЛИ на опухолевые клетки [71].

Комплексная противоотечная терапия и мануальный лимфодренаж

МЛД рекомендуется как обязательный метод реабилитации пациентов с ЛСЛР на ранних стадиях лимфедемы в составе КПТ [72]. При этом затруднительно определить эффект каждого включенного в комплексную терапию компонента. Опубликованы единичные РКИ, демонстрирующие положительный эффект МЛД в качестве монотерапии [73].

Кокрановский обзор, включавший шесть РКИ по применению МЛД у пациентов с лимфедемой после РМЖ, обнаружил мало качественных доказательств, демонстрирующих эффективность МЛД [74]. В двух РКИ ($n = 83$), сравнивающих МЛД в сочетании с компрессионными повязками и только компрессионные повязки, отмечался значительный процент уменьшения объема (доля жидкости, уменьшенная по отношению к исходному избыточному объему, рассчитанная как уменьшение объема, деленное на исходный объем лимфедемы, умноженное на 100) на 30–38,6 % только при наложении компрессионных повязок и дополнительно снижение на 7,11 % при применении МЛД (7,11 %; 95 % ДИ 1,75–12,47 %).

В систематическом обзоре Brandão M.L. (2020), включавшем 5 РКИ, посвященном применению КПТ при лимфедеме нижних конечностей [75], проанализи-

зированы результаты крупнейшего РКИ ($n = 272$), проведенного Casley-Smith J.R. в 1996 г. и показавшего, что объем лимфедемы уменьшился в обеих группах (только КПТ по сравнению с КПТ плюс бензопираны, как пероральные, так и местные). Однако группа КПТ плюс бензопираны продемонстрировала большее снижение объема и лучшее сохранение результатов [76]. В данном систематическом обзоре авторы наблюдали несоответствие во многих РКИ между восприятием клинического улучшения пациентами и исследователями. Они предположили, что эта разница связана с тем, что при оценке результатов исследователи сосредотачиваются на уменьшении объема лимфедемы, а пациенты — на функциональности, подвижности и частоте осложнений.

В проведенном простом слепом РКИ ($n = 120$) оценивалась эффективность модифицированной КПТ у пациенток с раком шейки матки, перенесших лапароскопическую радикальную гистерэктомию с тазовой лимфаденэктомией. Группа вмешательства ($n = 60$) получала модифицированную КПТ, включавшую МЛД, компрессионный трикотаж, регулярные физические упражнения и профилактическое просвещение. Контрольная группа ($n = 60$) получала только программу санитарного профилактического просвещения. Основным исходом была частота вторичной лимфедемы нижних конечностей. Частота вторичной лимфедемы нижних конечностей была значительно выше в контрольной группе, чем в группе вмешательства ($p = 0,008$; ОШ 0,30; 95 % ДИ 0,12–0,75) [77].

Эффективность контроля за отеками зависит от применения КПТ в два этапа (интенсивный и поддерживающий), а также обучения пациентов приемам самомассажа, бандажирования конечности, физическим упражнениям и уходу за кожей [78]. Доказанная эффективность КПТ сопровождается дополнительными сложностями, вызванными высокими требованиями к пациентам по комплаенсу и к организации многодневного ежедневного лечения с применением МЛД и многослойного бандажирования на 1-м этапе интенсивного лечения лимфедемы [79].

Таким образом, МЛД и КПТ рекомендуются всем пациентам с ЛСЛР различных клинических стадий, при этом эффективность вмешательства зависит от времени начала терапии: она тем выше, чем раньше начата реабилитация. Однако также установлено, что КПТ является дорогостоящим, обременительным методом реабилитации как для пациентов, так и для специалистов, проводящих реабилитационные вмешательства [11].

Подготовку специалистов по МЛД и КПТ осуществляют единичные лимфологические центры США, Германии и Швейцарии, в связи с этим, повышается роль аппаратных лимфодренажных методов, в частности, усовершенствованных реабилитационных технологий, позволяющих имитировать мануальные лимфодренажные методики при ЛСЛР.

Переменная и усовершенствованная аппаратная пневмокомпрессия

Применение аппаратной ППК рекомендуется пациентам с ЛСЛР для уменьшения отеков с уровнем доказательности 2B [7, 80].

В проспективном исследовании Muluk S.C. et al. (2013) сообщается о результатах использования усовершенствованного программируемого устройства «Flexitouch System IPC». После лечения у 88 % участников уменьшились объемы конечностей (среднее уменьшение 8 %, $p < 0,0001$); у 35 % объем уменьшился > 10 %. Более высокий ИМТ и больший объем конечностей в начале были сильными предикторами сокращения объема. Выявлены снижение фиброза кожи и улучшение активности и диапазона движения в голеностопном суставе у 77 % участников. После лечения 50 % участников исследования сообщили о высокой степени удовлетворенности своей способностью контролировать лимфедему с использованием ППК. В настоящее время это исследование является крупнейшим в изучении эффективности ППК у пациентов с хроническими лимфатическими отеками нижних конечностей [80].

ППК рекомендуется в качестве адьювантного метода лечения в дополнение к КПТ на более поздних стадиях ЛСЛР [7]. Также было отмечено, что ППК может быть единственным методом противоотечной терапии, доступным для пациентов [7].

К рискам, связанным с ППК, относятся следующие опасения: высокое давление может вызвать повреждение лимфатических капилляров; изолированное применение ППК может вызвать фибросклеротические изменения в «корне» конечности, вызывающее дальнейшее затруднение лимфоотока (фибросклеротическая «манжетка»); ППК нижних конечностей может усугубить лимфедему туловища и/или половых органов [81].

В небольшом количестве исследований показано, что усовершенствованные пневматические компрессионные устройства с калиброванным градиентом давления (Advanced Pneumatic Compression Devices —

APCD) превосходят более простые устройства (без калиброванного градиента давления) [82–84].

Исследование, включавшее 100 пациентов с лимфедемой (78 % с вторичной лимфедемой), которые использовали APCD, показало хорошую переносимость, значительное уменьшение окружности конечности, улучшение качества жизни и снижение частоты целлюлита за 12-месячный период [85].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для улучшения физического и социально-психологического функционирования пациентов с ЛСЛР необходим комплексный подход, включающий изменение образа жизни, психологическую коррекцию, научно обоснованные методы компрессионной терапии, современные методики ЛФК, эффективные и безопасные физиотерапевтические технологии. Анализ результатов изученных научных исследований, включенных в литературный обзор, свидетельствует о высокой эффективности применения ручных и аппаратных лимфодренажных методик, при этом применение ППК является более экономичным и доступным, не требует привлечения специалистов, владеющих дорогостоящей методикой МЛД (на курс проводится до 35 процедур длительностью 1,5–2 часа).

Поскольку применение КПТ является проблематичным, необходимо более широкое применение усовершенствованных аппаратных лимфодренажных методов, имитирующих ручные мануальные техники. Для определения сравнительной эффективности мануальных и аппаратных методик требуется проведение дополнительных рандомизированных исследований с большей выборкой и более длительным мониторингом.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Кончугова Татьяна Венедиктовна, доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник отдела физиотерапии и рефлексотерапии, заведующая кафедрой восстановительной медицины, физической терапии и медицинской реабилитации ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0991-8988>

Апханова Татьяна Валерьевна, доктор медицинских наук, главный научный сотрудник отдела физиотерапии и рефлексотерапии, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

E-mail: apkhanovatv@nmicrk.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3852-2050>

Кульчицкая Детелина Борисова, доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник отдела физиотерапии и рефлексотерапии, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7785-9767>

Юрова Ольга Валентиновна, доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по научной работе и образовательной деятельности, ФГБУ «Национальный

медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7626-5521>

Агасаров Лев Георгиевич, доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник отдела физиотерапии и рефлексотерапии, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5218-1163>

Марфина Татьяна Владимировна, научный сотрудник отдела физиотерапии и рефлексотерапии, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2553-1946>

Вклад авторов. Все авторы подтверждают свое авторство в соответствии с международными критериями ICMJE (все авторы внесли значительный вклад в концепцию, дизайн исследования и подготовку статьи, прочитали и одобрили окончательный вариант до публикации). Наибольший вклад распределен следующим образом: Кончугова Т.В., Апханова Т.В., Кульчицкая Д.Б., Агасаров Л.Г. — концепция, дизайн, анализ источников, подготовка текста, редакция; Юрова О.В. — заключение, участие в одобрении окончательной версии статьи; Марфина Т.В. — поиск источников в базах данных.

Источники финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Конфликт интересов. Кончугова Т.В. — председатель редакционного совета журнала «Вестник восстановительной медицины»; Юрова О.В. — заместитель главного

редактора журнала «Вестник восстановительной медицины». Остальные авторы заявляют отсутствие конфликта интересов.

Доступ к данным. Данные, подтверждающие выводы этого исследования, можно получить по обоснованному запросу у корреспондирующего автора.

ADDITIONAL INFORMATION

Tatiana V. Konchugova, Dr.Sci. (Med.), Professor, Chief Researcher, Department of Physiotherapy and Reflexology, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0991-8988>

Tatiana V. Apkhanova, Dr.Sci. (Med.), Chief Researcher, Department of Physiotherapy and Reflexology, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

E-mail: apkhanovatv@nmicrk.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3852-2050>

Detelina B. Kulchitskaya, Dr.Sci. (Med.), Professor, Chief Researcher, Department of Physiotherapy and Reflexology, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7785-9767>

Olga V. Yurova, Dr.Sci. (Med.), Professor, Deputy Director for Science and Professional Education, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7626-5521>

Lev G. Agasarov, Dr.Sci. (Med.), Professor, Chief Researcher, Department of Physiotherapy and Reflexology, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5218-1163>

Tatyana V. Marfina, Researcher, Department of Physiotherapy and Reflexology, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2553-1946>

Author Contributions. All authors acknowledge authorship according to the ICMJE international criteria (all authors made significant contributions to the conception, study design and preparation of the article, read and approved the final version before publication). The largest contribution was distributed as follows: Konchugova T.V., Apkhanova T.V., Kulchitskaya D.B., Agasarov L.G. — concept, design, source analysis, text preparation, revision; Yurova O.V. — conclusion, participation in approval of the final version of the article; Marfina T.V. — search for sources in databases.

Funding. This study was not supported by any external funding sources.

Disclosure. Konchugova T.V. — Chair of the Editorial Council of the Journal “Bulletin of Rehabilitation Medicine”; Yurova O.V. — Deputy Editor-in-Chief of the Journal “Bulletin of Rehabilitation Medicine”. The other authors declare no conflicts of interest.

Data Access Statement. The data that support the findings of this study are available on reasonable request from the corresponding author.

Список литературы / References

- Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, et al. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*. 2018; 68(6): 394–424. <https://doi.org/10.3322/caac.21492>
- Злокачественные новообразования в России в 2022 году (заболеваемость и смертность). Под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, А.О. Шахзадовой, И.В. Лисичниковой. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена — филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2023. 275 с. [Zlokachestvennyye novoobrazovaniya v Rossii v 2022 godu (zabolevaemost' i smertnost'). Pod red. A.D. Kaprina, V.V. Starinskogo, A.O. SHahzadovoj, I.V. Lisichnikovoj M.: MNI OI im. P.A. Gercena — filial FGBU “NMIC radiologii” Minzdrava Rossii, 2023. 275 p. (In Russ.)]
- DiSipio T., Rye S., Newman B., Hayes S. Incidence of unilateral arm lymphoedema after breast cancer: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Oncology*. 2013; 14 (6): 500–15. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(13\)70076-7](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(13)70076-7)
- Dessources K., Aviki E., Leitao M.M. Jr. Lower extremity lymphedema in patients with gynecologic malignancies. *International Journal of Gynecological Cancer*. 2020; 30(2): 252–60. <https://doi.org/10.1136/ijgc-2019-001032>
- Dean S.M. Lymphedema: Physical and medical therapy. In: Gloviczki P, editor. *Handbook of Venous and Lymphatic Disorders. Guidelines of the American Venous Forum*. 4th ed. Boca Raton: CRC Press, 2017. P. 725–35.
- Ahmed R.L., Prizment A., Lazovich D., et al. Lymphedema and quality of life in breast cancer survivors: the Iowa Women's health study. *Journal of Clinical Oncology*. 2008; 26: 5689–96. <https://doi.org/10.1200/JCO.2008.16.4731>
- Lurie F., Malgor R.D., Carman T., et al. The American Venous Forum, American Vein and Lymphatic Society and the Society for Vascular Medicine expert opinion consensus on lymphedema diagnosis and treatment. *Phlebology*. 2022; 37(4): 252–66. <https://doi.org/10.1177/02683555211053532>
- Smith S.R., Zheng J.Y., Silver J., et al. Cancer rehabilitation as an essential component of quality care and survivorship from an international perspective. *Disability and Rehabilitation*. 2020; 42(1): 8–13. <https://doi.org/10.1080/09638288.2018.1514662>
- Stout N.L., Santa Mina D., Lyons K.D., et al. A systematic review of rehabilitation and exercise recommendations in oncology guidelines. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*. 2021; 71(2): 149–75. <https://doi.org/10.3322/caac.21639>
- Rockson S.G. Lymphedema after breast cancer treatment. *The New England Journal of Medicine*. 2018; 379: 1937–44. <https://doi.org/10.1056/NEJMc1803290>
- Rockson S.G., Keeley V., Kilbreath S., et al. Cancer-associated secondary lymphoedema. *Nature Reviews Disease Primers*. 2019; 5(1): 22. <https://doi.org/10.1038/s41572-019-0072-5>
- Runowicz C.D., Leach C.R., Henry N.L., et al. American Cancer Society/American Society of Clinical Oncology Breast Cancer Survivorship Care Guideline. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*. 2016; 66(1): 43–73. <https://doi.org/10.3322/caac.21319>

13. Eaton L.H., Narkthong N., Hulett J.M. Psychosocial Issues Associated with Breast Cancer-Related Lymphedema: a Literature Review. *Current Breast Cancer Reports*. 2020; 12(4): 216–24. <https://doi.org/10.1007/s12609-020-00376-x>
14. Fu M.R., Ridner S.H., Hu S.H., et al. Psychosocial impact of lymphedema: a systematic review of literature from 2004 to 2011. *Psychooncology*. 2013; 22(7): 1466–84. <https://doi.org/10.1002/pon.3201>
15. McLaughlin S.A., Stout N.L., Schaverien M.V. Avoiding the Swell: Advances in Lymphedema Prevention, Detection, and Management. *American Society of Clinical Oncology Educational Book*. 2020; 40: 1–10.
16. Bowman C., Piedalue K.A., Baydoun M., Carlson L.E. The Quality of Life and Psychosocial Implications of Cancer-Related Lower-Extremity Lymphedema: A Systematic Review of the Literature. *Journal of Clinical Medicine*. 2020; 9 (10): 3200–72. <https://doi.org/10.3390/jcm9103200>
17. Russo S., Walker J.L., Carlson J.W., et al. Standardization of lower extremity quantitative lymphedema measurements and associated patient-reported outcomes in gynecologic cancers. *Gynecologic Oncology*. 2021; 160(2): 625–32. <https://doi.org/10.1016/j.ygyno.2020.10.026>
18. Park S., Sato Y., Takita Y., et al. Mindfulness-Based Cognitive Therapy for Psychological Distress, Fear of Cancer Recurrence, Fatigue, Spiritual Well-Being, and Quality of Life in Patients With Breast Cancer-A Randomized Controlled Trial. *Journal of Pain and Symptom Management*. 2020; 60(2): 381–9. <https://doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2020.02.017>
19. Abbasi B., Mirzakhany N., Angooti Oshnari L., et al. The effect of relaxation techniques on edema, anxiety and depression in post-mastectomy lymphedema patients undergoing comprehensive decongestive therapy: A clinical trial. *PLoS One*. 2018 5; 13(1): e0190231. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190231>
20. Ferrandina G., Mantegna G., Petrillo M., et al. Quality of life and emotional distress in early stage and locally advanced cervical cancer patients: a prospective, longitudinal study. *Gynecologic Oncology*. 2012; 124(3): 389–94. <https://doi.org/10.1016/j.ygyno.2011.09.041>
21. Chu I.H., Wu W.L., Lin I.M., et al. Effects of yoga on heart rate variability and depressive symptoms in women: a randomized controlled trial. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*. 2017; 23(4): 310–6. <https://doi.org/10.1089/acm.2016.0135>
22. Albracht-Schulte K., Robert-McComb J. The effects of yoga and quiet rest on subjective levels of anxiety and physiological correlates: a 2-way crossover randomized trial. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 2018; 18(1): 280. <https://doi.org/10.1186/s12906-018-2343-1>
23. Bradt J., Shim M., Goodill S.W. Dance/movement therapy for improving psychological and physical outcomes in cancer patients. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2015, Issue 1. Art. No.: CD007103. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD007103.pub3>
24. Davies C., Levenhagen K., Ryans K., et al. Interventions for Breast Cancer-Related Lymphedema: Clinical Practice Guideline From the Academy of Oncologic Physical Therapy of APTA. *Physical Therapy*. 2020 19; 100(7): 1163–79. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzaa087>
25. Todd J.E., Scally A., Dodwell D., Horgan K., Topping A. A randomised controlled trial of two programmes of shoulder exercise following axillary node dissection for invasive breast cancer. *Physiotherapy*. December 2008; 94(4): 265–73. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2008.09.005>
26. Torres Lacomba M., Yuste Sánchez M.J., Zapico Goñi A., et al. Effectiveness of early physiotherapy to prevent lymphoedema after surgery for breast cancer: randomised, single blinded, clinical trial. *BMJ*. 2010; 340: b5396. <https://doi.org/10.1136/bmj.b5396>
27. Bendz I., Fagevik Olsén M. Evaluation of immediate versus delayed shoulder exercises after breast cancer surgery including lymph node dissection: a randomised controlled trial. *Breast*. 2002; 11(3): 241–8. <https://doi.org/10.1054/brst.2001.0412>
28. Sagen A., Kåresen R., Risberg M.A. Physical activity for the affected limb and arm lymphedema after breast cancer surgery. A prospective, randomized controlled trial with two years follow-up. *Acta Oncologica*. 2009; 48(8): 1102–10. <https://doi.org/10.3109/02841860903061683>
29. Oliveira M.M.F., Gurgel M.S.C., Amorim B.J., et al. Long term effects of manual lymphatic drainage and active exercises on physical morbidities, lymphoscintigraphy parameters and lymphedema formation in patients operated due to breast cancer: A clinical trial. *PLoS One*. 2018; 13(1): e0189176. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189176>
30. Devoogdt N., Geraerts I., Van Kampen M., et al. Manual lymph drainage may not have a preventive effect on the development of breast cancer-related lymphoedema in the long term: a randomised trial. *Journal of Physiotherapy*. 2018; 64(4): 245–54. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2018.08.007>
31. Schmitz K.H., Ahmed R.L., Troxel A.B., et al. Weight lifting for women at risk for breast cancer-related lymphedema: a randomized trial. *JAMA*. 2010 22; 304(24): 2699–705. <https://doi.org/10.1001/jama.2010.1837>
32. Hayes S.C., Rye S., Disipio T., et al. Exercise for health: a randomized, controlled trial evaluating the impact of a pragmatic, translational exercise intervention on the quality of life, function and treatment-related side effects following breast cancer. *Breast Cancer Research and Treatment*. 2013; 137(1): 175–86. <https://doi.org/10.1007/s10549-012-2331-y>
33. Campbell K.L., Winters-Stone K.M., Wiskemann J., et al. Exercise Guidelines for Cancer Survivors: Consensus Statement from International Multidisciplinary Roundtable. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2019; 51(11): 2375–90. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002116>
34. Schmitz K.H., Courneya K.S., Matthews C., et al. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine roundtable on exercise guidelines for cancer survivors. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2010; 42(7): 1409–26. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181e0c112>
35. Rock C.L., Doyle C., Demark-Wahnefried W., et al. Nutrition and physical activity guidelines for cancer survivors. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*. 2012; 62(4): 242–74. <https://doi.org/10.3322/caac.21142>
36. Brown J.C., John G.M., Segal S., et al. Physical activity and lower limb lymphedema among uterine cancer survivors. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2013; 45(11): 2091–7. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318299afd4>
37. Towers A., Hodgson P., Shay C., Keeley V. Care of palliative patients with cancer-related lymphoedema. *Journal of Lymphoedema*. 2010; 5: 72–80.
38. Morgan P.A., Murray S., Moffatt C.J., Honnor A. The challenges of managing complex lymphoedema/chronic oedema in the UK and Canada. *International Wound Journal*. 2012; 9(1): 54–69. <https://doi.org/10.1111/j.1742-481X.2011.00845.x>
39. Zhang J., Ju X., Feng Z., et al. Progressive resistance exercise training to prevent lower-limb lymphedema after cervical cancer surgery: A feasibility study. *Asia-Pacific Journal of Oncology Nursing*. 2021; 9(1): 32–8. <https://doi.org/10.1016/j.apjon.2021.12.002>
40. Hara H., Hamanaka N., Yoshida M., et al. Variability in compression pressure of multi-layer bandaging applied by lymphedema therapists. *Support Care Cancer*. 2019; 27(3): 959–63. <https://doi.org/10.1007/s00520-018-4385-9>
41. Rebegea L.F., Stoleriu G., Manolache N., et al. Associated risk factors of lower limb lymphedema after treatment of cervical and endometrial cancer. *Experimental and Therapeutic Medicine*. 2020; 20(6): 181. <https://doi.org/10.3892/etm.2020.9311>
42. Do J.H., Choi K.H., Ahn J.S., Jeon J.Y. Effects of a complex rehabilitation program on edema status, physical function, and quality of life in lower-limb lymphedema after gynecological cancer surgery. *Gynecologic Oncology*. 2017; 147(2): 450–5. <https://doi.org/10.1016/j.ygyno.2017.09.003>
43. Caggiati A., De Maeseneer M., Cavezzi A., et al. Rehabilitation of patients with venous diseases of the lower limbs: State of the art. *Phlebology*. 2018; 33(10): 663–71. <https://doi.org/10.1177/0268355518754463>

44. Segal R., Zwaal C., Green E., et al. Exercise for People with Cancer Guideline Development Group. Exercise for people with cancer: a clinical practice guideline. *Current Oncology*. 2017; 24(1): 40–6. <https://doi.org/10.3747/co.24.3376>
45. Dionne A., Goulet S., Leone M., Comtois A.S. Aquatic Exercise Training Outcomes on Functional Capacity, Quality of Life, and Lower Limb Lymphedema: Pilot Study. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*. 2018; 24(9–10): 1007–9. <https://doi.org/10.1089/acm.2018.0041>
46. Lindquist H., Enblom A., Dunberger G., et al. Water exercise compared to land exercise or standard care in female cancer survivors with secondary lymphedema. 2015; 48(2): 64–79.
47. Maccarone M.C., Venturini E., Menegatti E., et al. Water-based exercise for upper and lower limb lymphedema treatment. *Journal of Vascular Surgery: Venous and Lymphatic Disorders*. 2023; 11(1): 201–9. <https://doi.org/10.1016/j.jvsv.2022.08.002>
48. Reger M., Kutschan S., Freuding M., et al. Water therapies (hydrotherapy, balneotherapy or aqua therapy) for patients with cancer: a systematic review. *Journal of Cancer Research and Clinical Oncology*. 2022; 148(6): 1277–97. <https://doi.org/10.1007/s00432-022-03947-w>
49. Tidhar D., Katz-Leurer M. Aqua lymphatic therapy in women who suffer from breast cancer treatment-related lymphedema: a randomized controlled study. *Support Care Cancer*. 2010; 18(3): 383–92. <https://doi.org/10.1007/s00520-009-0669-4>
50. Yeung W., Semciw A.I. Aquatic Therapy for People with Lymphedema: A Systematic Review and Meta-analysis. *Lymphatic Research and Biology*. 2018; 16(1): 9–19. <https://doi.org/10.1089/lrb.2016.0056>
51. Cantarero-Villanueva I., Fernández-Lao C., Caro-Morán E., et al. Aquatic exercise in a chest-high pool for hormone therapy-induced arthralgia in breast cancer survivors: a pragmatic controlled trial. *Clinical Rehabilitation*. 2013; 27(2): 123–32. <https://doi.org/10.1177/0269215512448256>
52. Ali K.M., El Gammal E.R., Eladi H.M. Effect of Aqua Therapy Exercises on Postmastectomy Lymphedema: A Prospective Randomized Controlled Trial. *Annals of Rehabilitation Medicine*. 2021; 45(2): 131–40. <https://doi.org/10.5535/arm.20127>
53. Park R., Park C. Comparison of Foot Bathing and Foot Massage in Chemotherapy-Induced Peripheral Neuropathy. *Cancer Nursing*. 2015; 38(3): 239–47. <https://doi.org/10.1097/NCC.000000000000181>
54. Yamamoto K., Nagata S. Physiological and psychological evaluation of the wrapped warm footbath as a complementary nursing therapy to induce relaxation in hospitalized patients with incurable cancer: a pilot study. *Cancer Nursing*. 2011; 34(3): 185–92. <https://doi.org/10.1097/NCC.0b013e3181fe4d2d>
55. Fujimoto S., Iwawaki Y., Takishita Y., et al. Effects and safety of mechanical bathing as a complementary therapy for terminal stage cancer patients from the physiological and psychological perspective: a pilot study. *Japanese Journal of Clinical Oncology*. 2017; 47(11): 1066–72. <https://doi.org/10.1093/jjco/hyx122>
56. Ochalek K., Gradalski T., Partsch H. Preventing Early Postoperative Arm Swelling and Lymphedema Manifestation by Compression Sleeves After Axillary Lymph Node Interventions in Breast Cancer Patients: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Pain and Symptom Management*. 2017; 54(3): 346–54. <https://doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2017.04.014>
57. Pujol-Blaya V., Salinas-Huertas S., Catasús M.L., et al. Effectiveness of a precast adjustable compression system compared to multilayered compression bandages in the treatment of breast cancer-related lymphoedema: a randomized, single-blind clinical trial. *Clinical Rehabilitation*. 2019; 33(4): 631–41. <https://doi.org/10.1177/0269215518821785>
58. Damstra R.J., Partsch H. Prospective, randomized, controlled trial comparing the effectiveness of adjustable compression Velcro wraps versus inelastic multicomponent compression bandages in the initial treatment of leg lymphedema. *Journal of Vascular Surgery: Venous and Lymphatic Disorders*. 2013; 1(1): 13–9. <https://doi.org/10.1016/j.jvsv.2012.05.001>
59. Damstra R.J., Brouwer E.R., Partsch H. Controlled, comparative study of relation between volume changes and interface pressure under short-stretch bandages in leg lymphedema patients. *Dermatologic Surgery*. 2008; 34(6): 773–8. <https://doi.org/10.1111/j.1524-4725.2008.34145.x>
60. Mosti G., Mancini S., Bruni S., et al. Adjustable compression wrap devices are cheaper and more effective than inelastic bandages for venous leg ulcer healing. A Multicentric Italian Randomized Clinical Experience. *Phlebology*. 2020; 35. (2): 124–33. <https://doi.org/10.1177/0268355519858439>
61. Апханова Т.В., Герасименко М.Ю., Кончугова Т.В. и др. Комплексная медицинская реабилитация при раковой лимфедеме нижних конечностей: проспективное сравнительное рандомизированное исследование 60 пациентов. *Вестник восстановительной медицины*. 2022; 21(5): 50–7. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2022-21-5-50-57> [Apkhanova T.V., Gerasimenko M.Yu., Konchugova T.V., et al. Complex Medical Rehabilitation for Cancer-related Lower Limbs Lymphedema: a Prospective Comparative Randomized Study of 60 Patients. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2022; 21(5): 50–7. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2022-21-5-50-57> (In Russ.)]
62. Герасименко М.Ю., Евстигнеева И.С., Зайцева Т.Н. Магнитотерапия в реабилитации пациенток после радикальной мастэктомии. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2020; 97(2): 36–44. <https://doi.org/10.17116/kurort20209702136> [Gerasimenko M.Yu., Evstigneyeva I.S., Zaitseva T.N. Magnetotherapy in patient rehabilitation after radical mastectomy. *Problems of balneology, physiotherapy, and exercise therapy*. 2020; 97(2): 36–44. <https://doi.org/10.17116/kurort20209702136> (In Russ.)]
63. Евстигнеева И.С., Герасименко М.Ю. Общая магнитотерапия и низкочастотное электростатическое поле в послеоперационном периоде у пациенток со злокачественными новообразованиями молочной железы. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2022; 99(4): 43–50. <https://doi.org/10.17116/kurort20229904143> [Evstigneeva I.S., Gerasimenko M.Yu. General magnet therapy and low-frequency electrostatic field in the postoperative period in patients with breast cancer. *Problems of Balneology, Physiotherapy and Exercise Therapy*. 2022; 99(4): 43–50. <https://doi.org/10.17116/kurort20229904143> (In Russ.)]
64. Ohkuma M. Treatment of peripheral lymphedema by concomitant application of magnetic fields, vibration and hyperthermia: a preliminary report. *Lymphology*. 2002; 35(2): 87–90.
65. Storz M.A., Gronwald B., Gottschling S., et al. Photobiomodulation therapy in breast cancer-related lymphedema: a randomized placebo-controlled trial. *Photodermatology, Photoimmunology & Photomedicine*. 2017; 33(1): 32–40. <https://doi.org/10.1111/phpp.12284>
66. Mahmood D., Ahmad A., Sharif F., et al. Clinical application of low-level laser therapy (Photo-biomodulation therapy) in the management of breast cancer-related lymphedema: a systematic review. *BMC Cancer* 2022; 22: 937. <https://doi.org/10.1186/s12885-022-10021-8>
67. Lima M.T.B.R.M., Lima J.G.M., Andrade M.F.C., Bergmann A. Low-level laser therapy in secondary lymphedema after breast cancer: systematic review. *Lasers in Medical Science*. 2014; 29(3): 1289–95. <https://doi.org/10.1007/s10103-012-1240-y>
68. Smoot B., Chiavola-Larson L., Lee J., Manibusan H., Allen D.D. Effect of low-level laser therapy on pain and swelling in women with breast cancer-related lymphedema: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Cancer Survivorship*. 2015; 9(2): 287–304. <https://doi.org/10.1007/s11764-014-0411-1>
69. Ridner S.H., Poage-Hooper E., Kanar C., et al. A pilot randomized trial evaluating low-level laser therapy as an alternative treatment to manual lymphatic drainage for breast cancer-related lymphedema. *Oncology Nursing Forum*. 2013; 40(4): 383–93. <https://doi.org/10.1188/13.ONF.383-393>

70. Moseley A.L., Carati C.J., Piller N.B. A systematic review of common conservative therapies for arm lymphoedema secondary to breast cancer treatment. *Annals of Oncology*. 2007; 18(4): 639–46. <http://dx.doi.org/10.1093/annonc/mdl182>
71. Silveira F.M., Paglioni M.P., Marques M.M., et al. Examining tumor modulating effects of photobiomodulation therapy on head and neck squamous cell carcinomas. *Photochemical & Photobiological Sciences*. 2019; 18(7): 1621–37. <http://dx.doi.org/10.1039/C9PP00120D>
72. Müller M., Klingberg K., Wertli M.M., Carreira H. Manual lymphatic drainage and quality of life in patients with lymphoedema and mixed oedema: a systematic review of randomised controlled trials. *Quality of Life Research*. 2018; 27(6): 1403–14. <https://doi.org/10.1007/s11136-018-1796-5>
73. Williams A.F., Vadgama A., Franks P.J., Mortimer P.S. A randomized controlled crossover study of manual lymphatic drainage therapy in women with breast cancer-related lymphoedema. *European Journal of Cancer Care*. 2002; 11(4): 254–61. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2354.2002.00312.x>
74. Ezzo J., Manheimer E., McNeely M.L., et al. Manual lymphatic drainage for lymphedema following breast cancer treatment. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2015; 2015(5): CD003475. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003475.pub2>
75. Brandão M.L., Soares H.P.D.S., Andrade M.D.A., et al. Efficacy of complex decongestive therapy for lymphedema of the lower limbs: a systematic review. *Jornal Vascular Brasileiro*. 2020; 19: e20190074. <https://doi.org/10.1590/1677-5449.190074>
76. Casley-Smith J.R., Casley-Smith J.R. Treatment of lymphedema by complex physical therapy, with and without oral and topical benzopyrones: what should therapists and patients expect. *Lymphology*. 1996; 29(2): 76–82.
77. Wang X., Ding Y., Cai H.Y., et al. Effectiveness of modified complex decongestive physiotherapy for preventing lower extremity lymphedema after radical surgery for cervical cancer: a randomized controlled trial. *International Journal of Gynecological Cancer*. 2020; 30(6): 757–63. <https://doi.org/10.1136/ijgc-2019-000911>
78. Guideline report on the S2k guideline “Diagnostics and therapy of lymphedema” (Reg. No. 058-001) (Accessed on: 01.12.2023) <https://clck.ru/3AR4DL>
79. Best Practice for the Management of Lymphoedema - 2nd edition. Compression Therapy: A position document on compression bandaging. The International Lymphoedema Framework (UK), 2012.
80. Muluk S.C., Hirsch A.T., Taffe E.C. Pneumatic compression device treatment of lower extremity lymphedema elicits improved limb volume and patient-reported outcomes. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2013; 46(4): 480–7. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2013.07.012>
81. Boris M., Weindorf S., Lasinski B.B. The risk of genital edema after external pump compression for lower limb lymphedema. *Lymphology*. 1998; 31(1): 15–20.
82. Fife C.E., Davey S., Maus E.A., et al. A randomized controlled trial comparing two types of pneumatic compression for breast cancer-related lymphedema treatment in the home. *Support Care Cancer*. 2012; 20(12): 3279–86. <https://doi.org/10.1007/s00520-012-1455-2>
83. Blumberg S.N., Berland T., Rockman C., et al. Pneumatic Compression Improves Quality of Life in Patients with Lower-Extremity Lymphedema. *Annals of Vascular Surgery*. 2016; 30: 40–4. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2015.07.004>
84. Karaca-Mandic P., Hirsch A.T., Rockson S.G., Ridner S.H. The Cutaneous, Net Clinical, and Health Economic Benefits of Advanced Pneumatic Compression Devices in Patients With Lymphedema. *JAMA Dermatology*. 2015; 151(11): 1187–93. <https://doi.org/10.1001/jamadermatol.2015.1895>
85. Maldonado T.S., Rokosh R.S., Padberg F., et al. Assessment of quality-of-life changes in patients with lower extremity lymphedema using an advanced pneumatic compression device at home. *Journal of Vascular Surgery: Venous and Lymphatic Disorders*. 2021; 9(3): 745–52. <https://doi.org/10.1016/j.jvsv.2020.10.013>

Исправление к статье «Современное состояние и перспективы развития санаторно-курортного комплекса Российской Федерации»

Erratum to "Current Status and Prospects for the Development of Health Resort Complex of the Russian Federation"

Редакция журнала «Вестник восстановительной медицины» сообщает, что в статье Фесюна А.Д. «Современное состояние и перспективы развития санаторно-курортного комплекса Российской Федерации», Вестник восстановительной медицины, 2023, 22(1), на стр. 13 ошибочно опубликован п. 6. Отнесение санаторно-курортного лечения к специализированной медицинской помощи путем внесения изменений в Федеральный закон от 22.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации».

Просим считать верной следующую редакцию:

«По результатам данной работы специалистами ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России были сформулированы следующие предложения по снижению заболеваемости и смертности населения:

1. Совершенствование используемых методов и активное внедрение разработанных методик в клинические рекомендации.

2. Регулярная модернизация материально-технической базы медицинских организаций.

3. Совместное проведение научных исследований по использованию природных лечебных ресурсов при различных нозологических группах, а также разработка соответствующих автоматизированных экспертно-консультационных систем.

4. Совершенствование системы вторичной профилактики, активное внедрение адресных оздоровительных программ, основанных на нелекарственных технологиях, позволяющих повысить функциональное состояние пациентов и снизить риск развития хронических неинфекционных заболеваний.

5. Актуализация нормативно-правовой базы.

6. Открытие и совершенствование Центров здоровья, отделений (кабинетов) немедикаментозной профилактики болезней, здорового питания, формирования здорового образа жизни, что позволит усилить профилактическую направленность санаторно-курортного лечения.

7. Осуществление научных исследований, разработка и внедрение информационно-обучающих технологий, диагностической медицинской реабилитации и санаторно-курортного лечения, а также изучение эффективности использования природных лечебных ресурсов для восстановительно-корректирующих технологий.

8. Разработка и внедрение в практику персонализированных программ нелекарственной профилактики болезней и инновационных технологий в рамках научных платформ и реализации Стратегии развития медицинской науки в Российской Федерации.

9. Разработка алгоритмов и общих критериев для оценки эффективности медицинской помощи по санаторно-курортному лечению и медицинской реабилитации.

10. Развитие государственного Реестра курортного фонда Российской Федерации, включая интерактивную карту курортов Российской Федерации.

11. Совершенствование подготовки и повышения квалификации медицинских специалистов санаторно-курортных организаций.

12. В целях соблюдения принципов персонализации и преемственности санаторно-курортного лечения необходимо широкое использование телекоммуникационных медицинских технологий».

Для цитирования / For citation: Исправление к статье «Современное состояние и перспективы развития санаторно-курортного комплекса Российской Федерации». Вестник восстановительной медицины. 2024; 23(1):77. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-1-77> [Erratum to "Current Status and Prospects for the Development of Health Resort Complex of the Russian Federation". Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(1):77. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-1-77> (In Russ.)]

Список литературы / Reference

1. Фесюн А.Д. Современное состояние и перспективы развития санаторно-курортного комплекса Российской Федерации. Вестник восстановительной медицины. 2023; 22(1): 8–15. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-1-8-15> [Fesyun A.D. Current Status and Prospects for the Development of Health Resort Complex of the Russian Federation. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(1): 8–15. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-1-8-15> (In Russ.)]