



## Центр испытаний и экспертизы природных лечебных ресурсов ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России



*Центр является продолжателем векового опыта работы в сфере курортологии. Центр уникален по накопленному опыту в изучении и применении современных методов научных исследований природных лечебных ресурсов (бальнеотерапия, пеллоидотерапия и лечебное воздействие климата) на территории Российской Федерации и стран бывшего СССР.*

### ЦЕНТР ОСУЩЕСТВЛЯЕТ:

- ▶ проведение испытаний природных лечебных ресурсов;
- ▶ идентификацию природных лечебных ресурсов на основе полученных результатов испытаний;
- ▶ разработку специальных медицинских, бальнеологических и иных заключений о составе и качестве природных лечебных ресурсов на основе их экспертной оценки по результатам испытаний;
- ▶ разработку, верификацию и подготовку к аттестации методов испытаний природных лечебных ресурсов.

**Предлагаем воспользоваться  
уникальными и качественными  
услугами Центра!**

ПОДРОБНОСТИ



### 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, Падуя, 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., проф., 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.**, д.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., проф., Московский научно-практический центр медицинской реабилитации восстановительной спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы, 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, Франция

**Умберто СОЛИМЕНЕ**, проф., Всемирная федерация водолечения и климатотерапии (FEMTEC), Центр интегративной медицины ВОЗ, Миланский университет, Милан, Италия

**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

**ЗАЙЦЕВ А.А.**, 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](mailto:vvm@nmicrk.ru), [www.vvmr.ru](http://www.vvmr.ru)  
**Подписка:** Объединенный каталог «Пресса России». Газеты и журналы.  
Индекс: 717713  
Тел.: +7 (495) 172-46-47



Больше информации на нашем сайте:  
[www.vvmr.ru](http://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](http://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 21.08.2023.  
Выход в свет 28.08.2023.  
Формат 640x900 1/8.  
Бумага мелованная 115 г/м<sup>2</sup>.  
Печать офсетная. Объем 16 п. л.  
Тираж 1000 экз. Заказ № 15122023.

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](mailto:medprint@mail.ru)

# BULLETIN OF REHABILITATION MEDICINE

*Vestnik Vosstanovitel'noj Mediciny*

Vol. 22, No. 4•2023

---

## 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.), Professor, 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**, Dr. 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.), Professor, Moscow Centre for Research and Practice in Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of Moscow Healthcare Department, 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. KHAT'KOVA**, 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

**Maxim 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

**Muft 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, France

**Umberto SOLIMENE**, Professor, Milan University, Milan, Italy

**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 Rehabilitology, 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

**Andrey A. ZAYTSEV**, 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](mailto:vvm@nmicrk.ru); [www.vvmr.ru](http://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](http://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](http://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 21.08.2023.

Published 28.08.2023.

640x900 1/8 format.

Coated paper 115 g/m<sup>2</sup>.

Offset printing.

Circulation 1000 copies. Order No. 15122023.

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](mailto:medprint@mail.ru)

# СОДЕРЖАНИЕ НОМЕРА

## CONTENTS

### СТАТЬИ ARTICLES

#### РЕДАКЦИОННАЯ СТАТЬЯ / EDITORIAL

8

**«Вестник восстановительной медицины»: ежегодное обновление библиометрических показателей и получение третьего квартала (Q3) в базе Scopus**  
Мжельский А.А.

**Bulletin of Rehabilitation Medicine: Annual Update on Bibliometric Indicators Including Scopus Quartile (Q3)**  
Alexander A. Mzhelsky

#### ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

14

**Транскраниальная магнитная и чрескожная электрическая стимуляция спинного мозга в коррекции ходьбы у пациентов после инсульта: слепое клиническое рандомизированное исследование**  
Ананьев С.С., Павлов Д.А., Якупов Р.Н., Голоднова В.А., Балыкин М.В.

**Transcranial Magnetic and Transcutaneous Spinal Cord Electrical Stimulation a Stroke-Patients Walking Correction: Blinded Clinical Randomised Study**  
Sergey S. Ananyev, Denis A. Pavlov, Rafail N. Yakupov, Valentina A. Golodnova, Mikhail V. Balykin

#### ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

23

**Персонализированная реабилитация больных раком предстательной железы после радикальной простатэктомии. Сравнительный анализ показателей уродинамики**  
Каспаров Б.С., Ковлен Д.В., Семиглазова О.В., Заозерский Т.Ю., Кондратьева К.О., Пономаренко Г.Н., Клюге В.А., Семиглазов В.В., Носов А.К., Крутов А.А., Беляев А.М.

**Personalized Rehabilitation of Patients with Prostate Cancer after Radical Prostatectomy: a Comparative Analysis of Urodynamic Parameters**  
Boris S. Kasparov, Denis V. Kovlen, Tatiana Y. Semiglazova, Oleg V. Zaozerskii, Kristina O. Kondrateva, Gennady N. Ponomarenko, Valeria A. Kluge, Vladislav V. Semiglazov, Aleksander K. Nosov, Anton A. Krutov, Alexey M. Belyaev

#### ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

31

**Оценка эффективности транскраниальной магнитной стимуляции у пациентов после ишемического инсульта: проспективное исследование**  
Лебедева Д.И., Туровина Е.Ф., Десяткова И.Е., Ерохин А.Н., Хасанова Л.Т.

**Effectiveness of Transcranial Magnetic Stimulation in Patients after Ischemic Stroke: a Prospective Study**  
Dzhinna I. Lebedeva, Elena F. Turovinina, Irina E. Desyatova, Aleksander N. Erokhin, Liana T. Khasanova

#### ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

41

**Оценка качества жизни пациентов с дистальной полинейропатией, индуцированной химиотерапией, после применения высокоинтенсивной импульсной магнитной терапии: рандомизированное клиническое исследование**  
Куликова Н.Г., Фесюн А.Д., Кончугова Т.В., Кульчицкая Д.Б., Юрова О.В., Кудрявцев А.Е.

**Quality of Life Estimate of Patients with Chemotherapy-Induced Distal Polyneuropathy after High-Intensity Pulsed Magnetic Therapy: a Randomized Clinical Study**  
Natalya G. Kulikova, Anatoliy D. Fesyun, Tatiana V. Konchugova, Detelina B. Kulchitskaya, Olga V. Yurova, Alexey E. Kudryavtsev

#### ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

50

**Применение метода периферической сакральной магнитной стимуляции у пациентов с идиопатическим гиперактивным мочевым пузырем: одиночное слепое проспективное рандомизированное сравнительное клиническое исследование**  
Бородулина И.В., Ковалев Г.В., Лабетов И.А., Волкова О.В., Шкарупа Д.Д.

**Peripheral Sacral Magnetic Stimulation in Patients with Idiopathic Overactive Bladder: a Single Blind Prospective Randomized Comparative Clinical Study**  
Irina V. Borodulina, Gleb V. Kovalev, Ivan A. Labetov, Olga V. Volkova, Dmitry D. Shkarupa

#### ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

60

**Эффективность речевой компьютерной диагностики в восстановлении речи пациентов с раком органов полости рта и ротоглотки после гемиглосэктомии: проспективное сравнительное исследование**  
Красавина Е.А., Чойнзонов Е.Л., Кульбакин Д.Е., Мёдова Н.А.

**The Role of Computer-Aided Diagnosis in Speech Restoration in Patients with Cancer of the Oral Cavity and Oropharynx after Hemiglossectomy: a Prospective Comparative Study**  
Elena A. Krasavina, Evgeny L. Choyznov, Denis E. Kulbakin, Natalija A. Myedova

#### ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

71

**Эффективность комплексной медицинской реабилитации пациентов с посттромбофлебитическим синдромом нижних конечностей и ожирением: рандомизированное клиническое исследование**  
Кончугова Т.В., Фесюн А.Д., Апханова Т.В., Кульчицкая Д.Б., Васильева В.А., Юрова О.В., Морунова В.А.

**Effectiveness of Complex Medical Rehabilitation of Patients with Postthrombotic Syndrome of Lower Extremities and Obesity: a Randomized Clinical Study**  
Tatiana V. Konchugova, Anantoliy D. Fesyun, Tatyana V. Apkhanova, Detelina B. Kulchitskaya, Valeriia A. Vasilieva, Olga V. Yurova, Valentina A. Morunova



## ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

80

**Сравнительный анализ влияния сенсомоторной реабилитации и психотерапевтической методики на психоэмоциональное состояние пациентов в восстановительном периоде инсульта**

Кузюкова А.А., Пёхова Я.Г., Одарущенко О.И., Юрова О.В., Фесюн А.Д.

**Sensorimotor Rehabilitation and Psychotherapeutic Techniques Effect on the Psychoemotional State in the Stroke Recovery Period**

Anna A. Kuzyukova, Yana G. Pekhova, Olga I. Odarushenko, Olga V. Yurova, Anatoliy D. Fesyun

## ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

90

**Механизмы действия питьевой сульфатной минеральной воды при первичном профилактическом и лечебном применении в условиях экспериментального стресса: сравнительный анализ**

Королев Ю.Н., Михайлик Л.В., Никулина Л.А.

**Drinking Sulphate Mineral Water Action Mechanisms at Primary Preventive and Therapeutic Application under Experimental Stress: a Comparative Analysis**

Yury N. Korolev, Lyubov V. Mikhailik, Lyudmila A. Nikulina

## ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

96

**Комплексное применение аудиовизуальной стимуляции и когнитивно-поведенческой психотерапии в реабилитации пациентов с синдромом постковидных нарушений: проспективное рандомизированное исследование**

Одарущенко О.И., Ансокова М.А., Марченкова Л.А., Юрова О.В., Фесюн А.Д.

**Audiovisual Stimulation and Cognitive Behavioral Psychotherapy Complex Application in the Rehabilitation of Patients with Long COVID: a Prospective Randomized Study**

Olga I. Odarushchenko, Mariana A. Ansokova, Larisa A. Marchenkova, Olga V. Yurova, Anatoly D. Fesyun

## ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

105

**Сезонные колебания гемодинамических характеристик у пациентов с повышенной метеочувствительностью: анкетный опрос**

Князева Т.А., Абрамова Б.Ю., Гришечкина И.А., Вальцева Е.А., Яковлев М.Ю.

**Seasonal Fluctuations in Hemodynamic Characteristics in Patients with Increased Meteosensitivity: a Survey**

Tatyana A. Knyazeva, Berta Yu. Abramova, Irina A. Grishechkina, Elena A. Valtseva, Maxim Yu. Yakovlev

## ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ / REVIEW

114

**Организация дистанционной реабилитации в Российской Федерации: обзор литературы**

Шейко Г.Е., Белова А.Н., Карякин Н.Н., Даминов В.Д., Шабанова М.А., Ананьев Р.Д., Сушин В.О., Воробьева О.В.

**Organization of remote rehabilitation in the Russian Federation: a Literature Review**

Gennadii E. Sheiko, Anna N. Belova, Nikolaj N. Karyakin, Vadim D. Daminov, Mariya A. Shabanova, Roman D. Ananyev, Vilyam O. Sushin, Olga V. Vorobyova

## ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ / REVIEW

129

**Снижение риска переломов при постменопаузальном остеопорозе: обзор эффективной и безопасной фармакологической терапии с высоким уровнем приверженности**

Марченкова Л.А.

**Reducing Fracture Risk in Postmenopausal Osteoporosis: a Review of Effective and Safe Pharmacological Therapy Providing Adherence to Treatment**

Larisa A. Marchenkova

## ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ / REVIEW

138

**Методы диагностики и прогнозирования нарушения функции диафрагмы в восстановительном периоде инсульта. Обзор литературы**

Мельникова Е.А., Старкова Е.Ю., Владимирова Н.Н., Цветкова Е.М., Литай В.Ю.

**Methods for Diagnosing and Predicting Diaphragm Dysfunction in the Recovery Period of a Stroke: a Narrative Review**

Ekaterina A. Melnikova, Elena Yu. Starkova, Nadezhda N. Vladimirova, Evgeniya M. Tsvetkova, Vladislav Yu. Litau

## ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ / REVIEW

150

**Особенности нейропсихологического сопровождения пациентов с нарушениями сознания на раннем этапе реабилитации. Обзорная статья**

Ерохина Е.В., Седова Л.И., Бусыгина К.О., Фуфаева Е.В., Микадзе Ю.В.

**Features of Neuropsychological Support of Patients with Impaired Consciousness at the Early Stage of Rehabilitation: a Narrative Review**

Ekaterina V. Erokhina, Lyubov I. Sedova, Ksenia O. Busygina, Ekaterina V. Fufaeva, Yuri V. Mikadze

## ДИССЕРТАЦИОННАЯ ОРБИТА

## DISSERTATION ORBIT

## ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ / REVIEW

159

**Математическое моделирование рисков развития стрессогенных заболеваний. Обзор**

Терехов А.С., Яковлев М.Ю.

**Mathematical Modeling of the Risks of Stress-Related Diseases: a Review**

Andrew S. Terehov, Maxim Yu. Yakovlev

Редакционная статья / Editorial

УДК: 808.2

DOI: <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-8-13>

## «Вестник восстановительной медицины»: ежегодное обновление библиометрических показателей и получение третьего квартиля (Q3) в базе Scopus

 **Мжельский А.А.\***

Независимый эксперт, Москва, Россия

### РЕЗЮМЕ

В мире существует три основные наукометрические базы (Web of Science, SCImago и Scopus), которые присваивают журналам квартиль на основе собственного массива данных и соответствующей методологии. Цель данной редакционной статьи рассмотреть динамику наукометрических показателей журнала «Вестник восстановительной медицины» (ВВМ) в базе Scopus, где летом 2023 г. он получил квартиль Q3 в предметной категории по медицинской реабилитации. По сравнению с показателями прошлого года ВВМ увеличил цитируемость в 51 раз, а показатель CiteScore в 8 раз. На данный момент в ВВМ публикуется более 50 авторов из почти 20 стран. За 4-летний период расчета CiteScore 2022 половина статей ВВМ получила цитирование, причем не только в российских журналах, проиндексированных в базе Scopus, но и в источниках из 13 других стран. ВВМ также почти в 2 раза превышает среднее количество публикаций в год в своей предметной категории. Подобная библиометрическая картина ВВМ, в сочетании с открытым доступом и отсутствием платы за публикацию (составляющую в среднем 2500 долларов США за статью у ближайших зарубежных конкурентов), демонстрирует сильный редакционный портфель журнала и явные конкурентные преимущества для авторов.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Web of Science, SCImago, Scopus, наукометрия, реабилитация, цитирование, журнал, редакционная политика.

**Для цитирования / For citation:** Мжельский А.А. «Вестник восстановительной медицины»: ежегодное обновление библиометрических показателей и получение третьего квартиля (Q3) в базе Scopus. Вестник восстановительной медицины. 2023; 22(4):8-13. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-8-13> [Mzhelsky A.A. Bulletin of Rehabilitation Medicine: Annual Update on Bibliometric Indicators Including Scopus Quartile (Q3). Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(4):8-13. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-8-13> (In Russ.).]

\* **Для корреспонденции:** Мжельский Александр Анатольевич, E-mail: [a.mzhelsky@gmail.com](mailto:a.mzhelsky@gmail.com)

Статья получена: 03.07.2023  
Статья принята к печати: 09.08.2023  
Статья опубликована: 31.08.2023

© 2023, Мжельский А.А.  
Alexander A. Mzhelsky

Эта статья открытого доступа по лицензии CC BY 4.0. Издательство: ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России.  
This is an open article under the CC BY 4.0 license. Published by the National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.



# Bulletin of Rehabilitation Medicine: Annual Update on Bibliometric Indicators Including Scopus Quartile (Q3)

 Alexander A. Mzhelsky\*

Independent Consultant, Moscow, Russia

## ABSTRACT

There are three main citation databases in the world (Web of Science, SCImago and Scopus) determining journal quartiles annually according to their own datasets and methodologies. The aim of this editorial is to analyze bibliometric indicators of the journal "Bulletin of Rehabilitation Medicine" (BRM) in Scopus. According to CiteScore 2022, BRM ranked 101/146 in the subject category MEDICINE-REHABILITATION which placed BRM in Q3. Over a past year, BRM increased its citation 51-fold, and its CiteScore 8-fold. In the period of 2019–2022 more than 50 authors from almost 20 countries published in BRM. During the same period almost half of BRM articles received citations not only in Russian journals indexed in Scopus but also in sources from 13 other countries. Besides, BRM produces twice the average number of publications per year in its subject category. Thus, such bibliometric picture of BRM in combination with open access and no article processing charges, demonstrates a strong editorial position of the journal and a clear competitive advantage for authors.

**KEYWORDS:** Web of Science, SCImago, Scopus, scientometrics, rehabilitation, citation, bibliometric, journal, editorial policy.

**For citation:** Mzhelsky A.A. Bulletin of Rehabilitation Medicine: Annual Update on Bibliometric Indicators Including Scopus Quartile (Q3). Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(4):8-13. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-8-13> (In Russ.).

\* **For correspondence:** Alexander A. Mzhelsky, E-mail: a.mzhelsky@gmail.com

Received: 03.07.2023

Accepted: 09.08.2023

Published: 31.08.2023

## 1. КРАТКИЙ ОБЗОР НАУКОМЕТРИЧЕСКИХ ПЛАТФОРМ, ПРЕДСТАВЛЯЮЩИХ ЖУРНАЛЬНЫЕ КВАРТИЛИ

### 1.1. Введение

Наиболее популярные наукометрические платформы для определения квартилей: Web of Science (WoS), Scopus и SCImago, где используется, казалось бы, схожий подход подсчета «средней» цитируемости статьи, как некой дроби, в числителе которой — количество цитат, а в знаменателе — количество публикаций в журнале. Однако на каждой платформе анализируются разные массивы данных (количество и наименования журналов и коллекций из них), годы подсчета, типы статей, а также используются разные подходы к учету веса цитирующего источника и другие особенности расчета.

### 1.2. Web of Science

В расчете 2-летнего импакт-фактора WoS рассматривается лишь двухгодичный интервал и только три типа публикаций (в знаменателе), но цитаты из всех типов статей (в числителе) [1]. Так, любое количество опубликованных в журнале писем или редакционных статей не попадет в знаменатель и не уменьшит показатель импакт-фактора, но цитаты на журнал, появившиеся в письмах или редакционных статьях, будут учтены в числителе и повысят данный индикатор. К сожалению, в марте 2022 г. компания Clarivate, владелец WoS, прекратила рассмотрение заявок от российских журналов на включение в коллекцию ESCI [2], где кандидатом числился и журнал «Вестник восстановительной медицины» (ВВМ).

### 1.3. Scopus

Scopus за годы своего существования изменял методику подсчета журнальных квартилей. Сейчас она официально базируется на индикаторе CiteScore (не SJR), рассчитываемом за 4 года, где учитывается только 5 типов публикаций (где, например, нет редакционных статей или писем), как в числителе (количество статей), так в знаменателе (количество цитирующих документов). Журнал может быть проиндексирован одновременно в не более чем пяти предметных категориях, где место в списке (процентиль) и определяет в итоге квартиль журнала. К сожалению, Scopus показывает лишь процентиль, а квартиль приходится определять самому пользователю: если процентиль выше 75, то это Q1, если интервал процентия 50–74, то это Q2, при интервале 25–49 — Q3, а при процентиле ниже 25 — это Q4. В отличие от других платформ и индикаторов, Scopus предлагает возможность отслеживать изменение своей ключевой метрики ежемесячно (показатель CiteScore Tracker) [3].

Даже в своей бесплатной версии, Scopus Preview, эта платформа предлагает возможности просмотра и анализа предметных коллекций, всех базовых показателей (в частности, CiteScore и квартилей на его основе), а также всех исходных данных [4].

### 1.4. SCImago (vs. Scopus)

В отношении платформы SCImago у некоторых пользователей сложилось ложное впечатление, что она отражает данные Scopus, включая представленные там квартили журналов. Это не так по целому ряду причин.

Во-первых, в расчетах SCImago используется индикатор SJR, а в Scopus — CiteScore. Это два разных показателя и методики, где учитываются разные типы документов, доля самоцитирования журнала, а также «вес» цитируемого источника.

Во-вторых, платформы SCImago и Scopus представляют несколько отличные друг от друга предметные коллекции и наименования в них. Например, на SCImago годами числятся давно исключенные за недобросовестность из Scopus наименования, которые смещают в SCImago ранг (квартиль) добросовестных.

Кроме того, следует помнить, что ежегодное обновление данных в Scopus происходит в июне, а загрузка контента в SCImago из Scopus — в апреле [5]. Соответственно, если, например, какой-то журнал будет включен в Scopus или у какого-то изменятся предметные коллекции, издательство и пр. в период с июля 2022 г. по апрель 2023 г., то эти изменения отразятся в Scopus в июне 2023 г., но появятся в SCImago лишь в апреле 2024. Другими словами, эмбарго данных и задержка в их обновлении в SCImago составляет около года.

По вышеуказанным и другим причинам наукометрические справочники и эксперты в этой области советуют

использовать SCImago как прекрасный и удобный инструмент лишь для сравнения изданий, но воздерживаясь от его применения в отношении индивидуальных наименований [6].

Несоответствие данных между SCImago и Scopus в отношении BVM наблюдается во всех показателях (напр., количество статей за последние 3 года в SCImago ниже в 4 раза, чем в Scopus) [7, 8].

## 2. BVM В SCOPUS

### 2.1. Ежегодная динамика показателя CiteScore

BVM был принят в Scopus 22 октября 2021 г. В рамках ежегодного обновления в июне 2022 г. он набрал CiteScore 2021 0,1, что определило его кварталю Q4 в предметной категории «Rehabilitation» (Medicine).

За прошедший год (в рамках временного промежутка расчета CiteScore) показатель цитируемости журнала вырос с 5 до 286, а индикатор CiteScore увеличился в 8 раз (с 0,1 до 0,8), см. рис. 1 [8]. Другими словами, статья в BVM за последние 4 года в среднем цитируется 0,8 раза, что является свидетельством актуальности, научной и клинической значимости материалов BVM.



Scopus

Поиск

## Сведения об источнике

### Vestnik Vosstanovitel'noj Mediciny

Открытый доступ

Годы охвата Scopus: с 2019 по настоящий момент

Издатель: National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology of the Ministry of Health of the Russian Federation

ISSN: 2078-1962 E-ISSN: 2713-2625

Отрасль знаний: Medicine: Rehabilitation Health Professions: Physical Therapy, Sports Therapy and Rehabilitation

Тип источника: Журнал

[Просмотреть все документы >](#)

[Настроить уведомление о документах](#)

[Сохранить в список источников](#)

[Source Homepage](#)

[SFX](#)

CiteScore CiteScore рейтинг и тренды Содержание Scopus

#### Улучшенная методика расчета CiteScore

Рейтинг CiteScore 2022 отражает количество цитирований в 2019-2022 гг. статей, обзоров, материалов конференций, глав книг и информационных документов, опубликованных в 2019-2022 гг., деленное на количество публикаций за 2019-2022 гг. [Подробнее >](#)

CiteScore 2022

0.8 =  $\frac{286 \text{ цитирований за 2019 - 2022 гг.}}{374 \text{ документов за 2019 - 2022 гг.}}$

Вычисление выполнено 05 May, 2023

CiteScoreTracker 2023

0.6 =  $\frac{190 \text{ цитирований на текущую дату}}{299 \text{ документов на текущую дату}}$

Последнее обновление 05 September, 2023 • Обновляется ежемесячно

Рейтинг CiteScore 2022

Категория	Рейтинг	Процентиль
Medicine		
Rehabilitation	#101/146	30-й

Рис. 1. Карточка журнала «Вестник восстановительной медицины» в базе данных Scopus после июньского обновления CiteScore в 2023 г.

Fig. 1. Source details for journal Bulletin of Rehabilitation Medicine in Scopus after CiteScore annual updates in 2023



Журнал ВВМ в рейтинге предметной категории «Rehabilitation (Medicine)» по показателю CiteScore 2022 занял 101-е место среди 146 наименований, что определило ему процентиль 30 или квартиль Q3.

## 2.2. Конкурентное положение ВВМ в предметной категории «Rehabilitation»

Если рассмотреть журналы в данной предметной категории, имеющие близкий процентиль, то, как видно из рис. 2, ВВМ пришлось конкурировать с довольно сильными наименованиями, где медицинская реабилитация имеет не приоритетное значение (напр., с канадским журналом по протезированию и ортопедии, российским по сердечно-сосудистым заболеваниям, журналом американской ассоциации хирургии руки, а также изданием национальной ассоциации Колумбии по ревматологии). С одной стороны, это означает, что авторы в данных областях предпочитают публиковать свои статьи по реабилитации именно в этих журналах-конкурентах, имеющих более близкую им специализацию в реабилитационной медицине. С другой стороны, большинство ближайших изданий-конкурентов ВВМ выпускаются такими крупными игроками, как Elsevier, которые имеют невероятные возможности для поисковой оптимизации и продвижения, недоступные малым издательствам. Например, издательство Elsevier — не только объективно крупнейшее в мире [9], но и субъективно воспринимаемое как наиболее престижное. Так, согласно опросу 2022 г., 76,95 % авторов Восточной Европы считают журналы этого медиахолдинга наиболее престижными и предпочитают публиковаться именно в них [10]. Таким образом, ВВМ вынужден в большей степени конкурировать с мировыми лидерами, которым авторы традиционно отдают свое предпочтение.

Одно из ключевых направлений в продвижении крупными западными издательствами своих журналов — обеспечение им раннего цитирования статей, что, в частности, достигается благодаря оплаченному размещению издательствами контента (препринтов, изображений и исходных данных из статей) на таких площадках, как ResearchGate [11] или FigShare [12]. Поскольку ВВМ не обладает такими возможностями и мо-

☆ #97	Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja	0.8	33-й процентиль
#98	Canadian Prosthetics and Orthotics Journal	0.8	33-й процентиль
#99	Annual Review of CyberTherapy and Telemedicine	0.8	32-й процентиль
#100	Complex Issues of Cardiovascular Diseases	0.8	31-й процентиль
#101	Revista Colombiana de Reumatologia	0.8	30-й процентиль
☆ #101	Vestnik Vosstanovitel'noy Meditsiny	0.8	30-й процентиль
#103	Journal of Hand Surgery Global Online	0.8	29-й процентиль
#104	Australian Journal of Rehabilitation Counselling	0.7	29-й процентиль

**Рис. 2.** Рейтинг (ранжирование по показателю CiteScore 2022) журнала «Вестник восстановительной медицины» в предметной коллекции Rehabilitation (Medicine) в базе данных Scopus

**Fig. 2.** Journal ranking for Bulletin of Rehabilitation Medicine in the Scopus subject area Rehabilitation (Medicine), according to CiteScore 2022

жет лишь призывать своих авторов делать это самостоятельно, то доля цитируемых статей ВВМ в базе Scopus, появляющихся там в первый год составляет всего 7 % (что значительно ниже показателей конкурентов). Однако в рамках 4-летнего периода расчета CiteScore статьи ВВМ набирают максимальную цитируемость в последующие годы, обеспечивая цитируемость почти половине всех публикаций в ВВМ (что является наивысшим показателем среди ближайших конкурентов). Подобный тренд наглядно виден из рис. 1, где значение CiteScore Tracker 2023 (на 5 сентября 2023 г.) незначительно падает по сравнению с CiteScore 2022 из-за того, что в расчетах удаляются наиболее цитируемые статьи 2019 г. и появляются первые статьи 2023 г., пока не получающие раннего цитирования.

## 2.3. Кто публикуется в ВВМ

В ВВМ за отчетный период CiteScore 2022 (2019–2022 гг.) вышли статьи более 50 авторов. Из них следующие топ-10 (по количеству публикаций):

1. Eremushkin, M.A.
2. Fesyun, A.D.
3. Yakovlev, M.Y.
4. Ivanova, G.E.
5. Rachin, A.P.
6. Konchugova, T.V.
7. Khan, M.A.
8. Marchenkova, L.A.
9. Kulchitskaya, D.B.
10. Gilmudinova, I.R.

Авторы ВВМ представляют почти 30 организаций. Из них топ-10 следующие (по количеству публикаций):

1. National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology;
2. Pirogov Russian National Research Medical University (RNRMU);
3. Sechenov First Moscow State Medical University;
4. National Medical Research Center for Children's Health;
5. National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology;
6. Ivanovo State Medical Academy;
7. A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry;
8. Privolzhsky Research Medical University;
9. Filatov Children's City Clinical Hospital;
10. Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod.

Географическое разнообразие авторов представлено 20 странами. Топ-10 из них (по количеству публикаций):

1. Russia;
2. Italy;
3. China;
4. United States;
5. Ukraine;
6. Belarus;
7. Israel;
8. Germany;
9. Estonia;
10. Austria.

## 2.4. Как цитируются статьи ВВМ

Для расчета CiteScore 2022 было засчитано 374 статьи ВВМ за период 2019–2022 гг. Из них 150 получили

цитирование в том же периоде. Другими словами, почти половина публикуемых статей — цитируется, что может свидетельствовать о высоком качестве подаваемых рукописей и рецензировании.

### 2.5. Кто цитирует ВВМ (источники и страны)

Журнал в период 2019–2022 гг. процитировали более 25 источников. Топ-10 (по количеству цитирований):

1. Vestnik Vosstanovitel'noj Mediciny;
2. Sports Medicine Research and Practice;
3. Acta Biomedica Scientifica;
4. Sklifosovsky Journal Emergency Medical Care;
5. Rossiiskii Oftal Mologicheskii Zhurnal;
6. Meditsina Truda I Promyshlennaya Ekologiya;
7. European Journal of Translational Myology;
8. Voprosy Prakticheskoi Pediatrii;
9. Voprosy Ginekologii Akusherstva I Perinatologii;
10. Sibirskiy Psikhologicheskii Zhurnal.

Как видно из списка выше, даже в топ-10 присутствуют западные наименования, в частности журнал European Journal of Translational Myology, имеющий CiteScore 2022 = 3,3 и входящий в квартиль Q3 в Scopus [13].

Авторы, процитировавшие статьи из ВВМ, представляют 13 стран. Топ-10 стран (по количеству цитирований):

1. Russian Federation;
2. United States;
3. Italy;
4. Israel;
5. Estonia;
6. Austria;
7. Switzerland;
8. Japan;
9. Iceland;
10. Germany.

### 3. ОБСУЖДЕНИЕ КОНКУРЕНТНЫХ ПРЕИМУЩЕСТВ ПУБЛИКАЦИИ В ВВМ

Ежегодное обновление и рост наукометрических индикаторов ВВМ в Scopus выявило ряд дополнительных преимуществ для авторов в пользу публикации в ВВМ.

Рассмотрим различные показатели ВВМ, которые могут повлиять на потенциальное решение авторов в выборе ВВМ как источника своих публикаций:

- Высокий престиж журнала по библиометрическим показателям (квартиль Q3 в предметной категории Rehabilitation (Medicine) в базе Scopus).
- Открытый онлайн-доступ. Для сравнения стоимость загрузки PDF одной статьи из журнала Critical Reviews in Physical and Rehabilitation Medicine (имеющего более низкий CiteScore 2022 = 0,6) составляет 50 долларов США [14].
- Бесплатное распространение печатного тиража (1 тыс. экз.). Для сравнения многие наименования, как напр., Journal of Hand Surgery, имеют лишь онлайн-версию.

- Высокая частота выпуска: 6 раз в год (в сравнении с одним выпуском в год у Annual Review of CyberTherapy and Telemedicine или двумя выпусками в год у CANADIAN PROSTHETICS & ORTHOTICS JOURNAL, имеющих сходный CiteScore 2022), а также почти в два раза больший объем статей в год, чем средний по предметной категории Rehabilitation в базе Scopus, что позволяет потенциальным авторам ВВМ оперативно планировать свою публикационную активность.
- Отсутствие платы для авторов [15], в то время как другие журналы, имеющие сходный CiteScore 2022, берут в среднем 2500 долларов США за статью (напр., Journal of Hand Surgery [16] или Colombian Journal of Rheumatology) [17].
- Потенциально высокая цитируемость (почти каждая вторая статья, за 4-летний период), причем не только в российских, но и зарубежных источниках, проиндексированных в Scopus.

### 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из проведенного анализа и обсуждения выше можно выделить следующие выводы:

- ВВМ впервые вошел в квартиль Q3 в базе Scopus.
- В силу политики Clarivate в отношении принятия российских изданий в Web of Science заявка ВВМ заморожена и у ВВМ нет перспектив получения импакт-фактора на этой платформе в ближайшие годы.
- Показатели SJR на платформе SCImago желательно не применять в отношении отдельных журналов, а данные платформы не соответствуют данным Scopus, из-за чего не рекомендуется их использовать в отношении ВВМ.
- ВВМ за прошедший год в базе Scopus увеличил цитируемость в 51 раз, а показатель CiteScore в 8 раз.
- Ближайшие журналы-конкуренты ВВМ (по показателю CiteScore 2022 в категории медицинской реабилитации) — топ национальные и международные наименования, размещенные на таких наиболее посещаемых журнальных платформах, как ScienceDirect (Elsevier). Несмотря на это, ВВМ удается выдерживать подобную конкуренцию.
- Географическое разнообразие авторов ВВМ (за последние 4 года) представлено 20 странами, преимущественно дальнего зарубежья.
- Почти половина всех опубликованных в ВВМ статей цитируется в базе Scopus в течение первых четырех лет.
- Статьи ВВМ (за последние 4 года) цитируют российские и зарубежные источники из 13 стран.

Приведенные выше факты и выводы свидетельствуют о потенциально сильном редакционном портфеле (количество принятых рукописей, обеспечивающих регулярный или опережающий выход номеров) ВВМ, об успешной работе редколлегии и издательства, а также неоспоримых конкурентных преимуществах публикации в ВВМ.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**

**Мжельский Александр Анатольевич**, независимый эксперт, бывший глава региональных подразделений Elsevier Health Sciences, Reed Elsevier, Thomson Reuters (Life Sciences & Pharma), British Council (Science & Education).

E-mail: a.mzhelsky@gmail.com;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7601-7106>

**Вклад автора.** Мжельский А.А. — обзор и анализ публикаций по теме статьи, написание текста рукописи, проверка критически важного содержания, научная редакция текста рукописи.

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

**Конфликт интересов.** Автор имел на момент написания рукописи договорные отношения с учредителями журнала «Вестник восстановительной медицины», а также в прошлом занимал руководящие должности в компаниях — владельцах баз Web of Science и Scopus.

**Доступ к данным.** Все данные в отношении показателей BWM, анализируемых в статье, доступны свободно на платформе Scopus по адресу <https://www.scopus.com/sourceid/21101066744>

**ADDITIONAL INFORMATION**

**Alexander A. Mzhelsky**, Independent Consultant, Former departmental / regional head of Elsevier Health Sciences, Reed Elsevier, Thomson Reuters (Life Sciences & Pharma), British Council (Science & Education).

E-mail: a.mzhelsky@gmail.com;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7601-7106>

**Author Contributions.** Mzhelsky A.A. — review and analysis of publications on the topic of the article, writing the text of the manuscript, checking critical content, scientific editing of the text of the manuscript.

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

**Disclosure.** In the period of the manuscript writing the author had a contract with the owner of the journal Bulletin of Rehabilitation Medicine. In the past he held managerial positions with the owners of Web of Science and Scopus.

**Data Access Statement.** All Scopus bibliometric data analyzed in the article is available free:

<https://www.scopus.com/sourceid/21101066744>

**Список литературы / References**

1. Акоев М.А., Маркусова В.А., Москалева О.В. и др. Руководство по наукометрии: индикаторы развития науки и технологии. Екатеринбург. Издательство Уральского университета. 2021. [Akoev M.A., Markusova V.A., Moskaleva O.V. et al. Handbook for Scientometrics: Science and Technology Development. Ekaterinburg. Izdatelstvo Uralskogo universiteta. 2021. (In Russ.)]
2. Мжельский А.А. Маргинализация российской науки. Что ожидать российским издательствам и авторам. Управление наукой: теория и практика. 2022; 4(3): 35–43. <https://doi.org/10.19181/sntp.2022.4.3.3> [Mzhelsky A.A. Marginalizing Russian science. What to expect for Russian publishers and authors. Science Management: Theory and Practice. 2022; 4(3): 35–43. <https://doi.org/10.19181/sntp.2022.4.3.3> (In Russ.)]
3. Elsevier. Scopus Content. Available at: <https://beta.elsevier.com/products/scopus/content?trial=true> (accessed 04.09.2023)
4. Мохначева Ю.В., Калашникова Г.В. Практическое руководство с методическими рекомендациями по использованию бесплатных сервисов Web of Science и Scopus. Москва. БЕН РАН. 2023. [Mokhnacheva Yu.V., Kalashnikova G.V. A practical guide with methodological recommendations on the use of free Web of Science and Scopus services. Moscow. Library for Natural Science RAS. 2023. (In Russ.)]
5. Мжельский А.А. Определение официального квартиля журнала в Scopus: почему использование показателя SJR на портале SCImago неуместно. Управление наукой: теория и практика. 2023; 5(3): 31–40. <https://doi.org/10.19181/sntp.2023.5.3.3> [Mzhelsky A.A. Determining Official Scopus Journal Quartile: Why SCImago SJR Is Not Appropriate. Science Management: Theory and Practice. 2023; 5(3): 31–40. <https://doi.org/10.19181/sntp.2023.5.3.3> (In Russ.)]
6. Онлайн-руководство по наукометрии. ВШЭ. Доступно на: <https://sciguide.hse.ru/sources/> (дата обращения 04.09.2023) [Online science guide. HSE. Available at: <https://sciguide.hse.ru/sources/> (accessed 04.09.2023) (In Russ.)]
7. SCImago Journal Rankings. Available at: [https://www.scimagojr.com/journalrank.php?category=2742&area=2700&page=3&total\\_size=148](https://www.scimagojr.com/journalrank.php?category=2742&area=2700&page=3&total_size=148) (accessed 04.09.2023)
8. Scopus. Vestnik Vosstanovitel'noj Mediciny. Available at: <https://www.scopus.com/sourceid/21101066744> (accessed 04.09.2023)
9. Sang-Jun Kim, Kay Sook Park. Market share of the largest publishers in Journal Citation Reports based on journal price and article processing charge. Science Editing. 2020; 7(2): 149–155. <https://doi.org/10.6087/kcse.210>
10. Csomós G., Farkas J.Z. Understanding the increasing market share of the academic publisher “Multidisciplinary Digital Publishing Institute” in the publication output of Central and Eastern European countries: a case study of Hungary. Scientometrics. 2022; (128): 803–824. <https://doi.org/10.1007/s11192-022-04586-1>
11. ResearchGate. Partnership releases. Available at: <https://www.researchgate.net/press> (accessed 04.09.2023).
12. FigShare. Publisher partnership. Available at: <https://knowledge.figshare.com/type-of-client/publishers> (accessed 04.09.2023).
13. Scopus. Available at: <https://www.scopus.com/sourceid/21100873619> (accessed 04.09.2023)
14. Begell House Journals. Available at: <https://www.dl.begellhouse.com/journals/> (accessed 04.09.2023)
15. «Вестник восстановительной медицины». Доступно на: <https://www.vvmr.ru/about/avtoram/plata-za-publikatsiyu/> (дата обращения 04.09.2023) [APC in Bulletin of Rehabilitation Medicine. Available at: <https://www.vvmr.ru/en/about/avtoram/plata-za-publikatsiyu/> (accessed 04.09.2023) (In Russ.)]
16. Elsevier. Journal of Hand Surgery Global Online. Available at: <https://www.elsevier.com/journals/journal-of-hand-surgery-global-online/2589-5141/guide-for-authors> (accessed 04.09.2023).
17. Elsevier. Revista Colombiana de Reumatología. Available at: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-colombiana-reumatologia-374-open-access> (accessed 04.09.2023).



## Транскраниальная магнитная и чрескожная электрическая стимуляция спинного мозга в коррекции ходьбы у пациентов после инсульта: слепое клиническое рандомизированное исследование

Ананьев С.С.<sup>1,2,\*</sup>, Павлов Д.А.<sup>1</sup>, Якупов Р.Н.<sup>1</sup>, Голоднова В.А.<sup>1</sup>, Балыкин М.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск, Россия

<sup>2</sup> ФГБУН «Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН», Санкт-Петербург, Россия

### РЕЗЮМЕ

**ВВЕДЕНИЕ.** Нарушение функции двигательной системы вследствие инсульта часто приводит к зависимости пациентов от посторонней помощи. В настоящее время в восстановлении нарушенных функций центральной нервной системы (ЦНС) широко применяется методика ритмической транскраниальной магнитной стимуляции (рТМС). В последние годы появились сведения об использовании чрескожной электрической стимуляции спинного мозга (ЧЭССМ) в коррекции двигательных функций при нарушениях ЦНС различного генеза.

**ЦЕЛЬ.** Оценить возможность комбинированного использования транскраниальной магнитной и чрескожной электрической стимуляции спинного мозга в коррекции локомоторных функций у пациентов после ишемического инсульта.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** В слепом клиническом рандомизированном исследовании приняли участие пациенты после ишемического инсульта. Участники исследования случайным образом распределены на контрольную ( $n = 12$ ) и экспериментальную ( $n = 9$ ) группы. Пациенты контрольной группы получали стандартизированные методики нейрореабилитации. Участникам экспериментальной группы предлагались стандартизированные методики нейрореабилитации, совмещенные с рТМС и ЧЭССМ. Высоочастотная рТМС проводилась в проекции сенсорно-моторной коры на стороне поражения, в области иннервации нижней конечности. ЧЭССМ проводили с использованием стимулирующего электрода на уровне Th11–Th12. Возбудимость нейронных сетей поясничного утолщения спинного мозга определяли с использованием ЧЭССМ (уровень T11–T12), с электромиографической регистрацией вызванных моторных ответов мышц нижних конечностей. Динамика неврологического дефицита оценивалась с использованием шкалы реабилитационной маршрутизации, индекса мобильности Ривермид, теста баланса Берга и шестибалльной шкалы оценки мышечной силы.

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.** Сочетанное применение рТМС и ЧЭССМ в реабилитации пациентов в острый период после ишемического инсульта приводит к увеличению возбудимости нейронных сетей поясничного утолщения спинного мозга, снижению порогов активации мышц RF, BF, TA и GM пораженной конечности (на 7,7 мА, 18,3 мА, 24,8 мА и 14,2 мА соответственно). Включение в реабилитационный курс рТМС и ЧЭССМ приводит к достоверному улучшению показателей по шкале реабилитационной маршрутизации (на 2 балла), индекса мобильности Ривермид (на 5,8 балла), функций статокINETического контроля (баланс Берга на 12 баллов) и увеличению мышечной силы нижних конечностей (сгибателей на 5,1 балла, разгибателей на 6,2 балла).

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Использование рТМС и ЧЭССМ может быть использовано как дополнительное воздействие в рамках реабилитационных мероприятий в острый период после ишемического инсульта.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** инсульт, транскраниальная магнитная стимуляция, чрескожная электрическая стимуляция спинного мозга, нейрореабилитация.

**Для цитирования / For citation:** Ананьев С.С., Павлов Д.А., Якупов Р.Н., Голоднова В.А., Балыкин М.В. Транскраниальная магнитная и чрескожная электрическая стимуляция спинного мозга в коррекции ходьбы у пациентов после инсульта: слепое клиническое рандомизированное исследование. Вестник восстановительной медицины. 2023; 22(4):14-22. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-14-22> [Ananyev S.S., Pavlov D.A., Yakupov R.N., Golodnova V.A., Balykin M.V. Transcranial Magnetic and Transcutaneous Spinal Cord Electrical Stimulation a Stroke-Patients Walking Correction: Blinded Clinical Randomised Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(4):14-22. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-14-22> (In Russ.)]

\* Для корреспонденции: Ананьев Сергей Сергеевич, E-mail: [sergananev13@gmail.com](mailto:sergananev13@gmail.com); [ananevss@infran.ru](mailto:ananevss@infran.ru)

Статья получена: 18.05.2023

Статья принята к печати: 01.08.2023

Статья опубликована: 31.08.2023

# Transcranial Magnetic and Transcutaneous Spinal Cord Electrical Stimulation a Stroke-Patients Walking Correction: Blinded Clinical Randomised Study

 Sergey S. Ananyev<sup>1,2,\*</sup>,  Denis A. Pavlov<sup>1</sup>,  Rafail N. Yakupov<sup>1</sup>,  
 Valentina A. Golodnova<sup>1</sup>,  Mikhail V. Balykin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

<sup>2</sup> Pavlov Institute of Physiology, RAS, Saint Petersburg, Russia

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** The impairment of motor system function due to stroke often leads to patients' dependence on external assistance. The technique of rhythmic transcranial magnetic stimulation (rTMS) is now widely used in the restoration of impaired central nervous system (CNS) function. In recent years, there has been information about the use of transcutaneous electrical spinal cord stimulation (TSCS) in the correction of motor functions in CNS disorders of various genesis.

**AIM.** To evaluate the possibilities of combined use of transcranial magnetic and transcutaneous electrical stimulation of the spinal cord in the correction of locomotor functions in patients after ischemic stroke.

**MATERIALS AND METHODS.** The conducted blind clinical randomized study involved patients who had an ischemic stroke. Study participants were randomly divided into control ( $n = 12$ ) and experimental ( $n = 9$ ) groups. Patients in the control group received standardized neurorehabilitation techniques. The participants of the experimental group were offered standardized neurorehabilitation techniques combined with rTMS and TSCS. High-frequency rTMS was performed in the projection of the sensory-motor cortex on the side of the lesion, in the area of innervation of the lower limb. During TSCS, a stimulating electrode was placed between Th11–Th12, indifferent electrodes were placed in the region of the iliac crests, and the lumbar enlargement of the spinal cord was stimulated. The dynamics of neurological deficit was assessed using the rehabilitation routing scale, the Rivermead mobility index, the Berg balance scale, and a six-point scale for assessing muscle strength. The excitability of the neural networks of the spinal cord was determined using TSCS at the T11–T12 level, with electromyographic recording of the evoked motor responses of the muscles of the lower extremities.

**RESULTS AND DISCUSSION.** The combined use of rTMS and TSCS in the rehabilitation of patients in the acute period after ischemic stroke leads to an increase in the excitability of neuronal networks of the lumbar thickening of the spinal cord, a decrease in the activation thresholds of the RF, BF, TA and GM muscles of the affected limb (by 7.7 ma, 18.3 ma, 24.8 ma and 14.2 ma, respectively). Inclusion of rTMS and TSCS in the rehabilitation course leads to a significant improvement in the rehabilitation routing scale (by 2 points), Rivermead mobility index (by 5.8 points), statokinetic control functions (balance-Berg by 12 points) and an increase in lower limb muscle strength (flexors by 5.1 points, extensors by 6.2 points).

**CONCLUSION.** The use of rTMS and TSCS can be used as an additional effect within the framework of rehabilitation measures in the acute period after ischemic stroke.

**KEYWORDS:** stroke, transcranial magnetic stimulation, transcutaneous electrical spinal cord stimulation, neurorehabilitation.

**For citation:** Ananyev S.S., Pavlov D.A., Yakupov R.N., Golodnova V.A., Balykin M.V. Transcranial Magnetic and Transcutaneous Spinal Cord Electrical Stimulation a Stroke-Patients Walking Correction: Blinded Clinical Randomised Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(4):14-22. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-14-22> (In Russ.).

\* **For correspondence:** Sergey S. Ananyev, E-mail: [sergananev13@gmail.com](mailto:sergananev13@gmail.com); [ananevss@infran.ru](mailto:ananevss@infran.ru)

**Received:** 18.05.2023

**Accepted:** 01.08.2023

**Published:** 31.08.2023

## ВВЕДЕНИЕ

Острые нарушения мозгового кровообращения (ОНМК) занимают лидирующие позиции среди причин инвалидизации населения и сопряжены с множественными нарушениями двигательных, когнитивных, сенсорных и вегетативных функций организма, которые сопровождаются ограничениями в передвижении, самообслуживании, социальной адаптации [1, 2]. Имеются сведения, что использование существующих методов восстанов-

ления после ОНМК лишь в 20 % случаев приводит к возвращению больных к трудовой деятельности [3]. В этой связи совершенствование существующих и поиск новых методик коррекции и восстановления нарушенных после инсульта функций остается актуальной проблемой реабилитационной медицины.

Методика ритмической транскраниальной магнитной стимуляции (рТМС) широко используется в неврологической практике и основана на действии магнитной ин-

дукции на различные отделы головного мозга. Существует ряд работ, которые свидетельствуют о положительном влиянии магнитной стимуляции головного мозга на изменения пластичности, экспрессии генов и на нейротрофические процессы в структурах ЦНС [4, 5]. В клинической практике рТМС используется для восстановления нарушенных функций ЦНС различного генеза [6, 7].

Одной из эффективных методик нейромодуляции нейронных сетей является чрескожная электрическая стимуляция спинного мозга (ЧЭССМ). Использование ЧЭССМ позволяет воздействовать на нейронные сети спинного мозга и инициировать реализацию локомоторных функций [8–11]. Установлено, что ЧЭССМ позволяет активировать локомоторные функции у пациентов с травматическими повреждениями спинного мозга [12, 13]. В последние годы появились сведения об использовании, чрескожной электрической стимуляции спинного мозга в коррекции локомоторных функций в период восстановительного лечения после инсульта [14] и в реабилитации детей с церебральным параличом [15].

## ЦЕЛЬ

Оценить возможности комбинированного использования транскраниальной магнитной и чрескожной электрической стимуляции спинного мозга в коррекции локомоторных функций у пациентов после ишемического инсульта.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось на базе первичного сосудистого отделения ЦКМСЧ им. В.А. Егорова, г. Ульяновска, в первой половине дня, в условиях температурного комфорта, после получения методических показаний по проведению процедур и регистрации показателей. В исследовании приняли участие 21 пациент в возрасте от 43 до 72 лет, в острый период восстановления после перенесенного ишемического инсульта, подтвержденного магнитно-резонансной томографией. У всех пациентов присутствовали двигательные нарушения в виде лево- или правосторонних гемипарезов вялого типа. Критериями для включения пациентов в исследование служили: острый период восстановления, после перенесенного инсульта; наличие умеренного или выраженного гемипареза; способность к поддержанию вертикальной позы стоя; способность к передвижению с помощью вспомогательных средств (трость, катящиеся ходунки); стабильное состояние пациента; отсутствие психических расстройств или наркотической зависимости; подписание информированного согласия. Критерии исключения: противопоказания к проведению ТМС; непереносимость электрической стимуляции; наличие инвазивных стимуляторов; проявление состояний, требующих экстренной медицинской помощи; отклонения от протокола в виде пропуска двух и более сеансов ТМС и ЧЭССМ.

Согласно принципам слепого рандомизированного исследования, пациенты были поделены на 2 группы:

1. Контрольная группа включала 12 пациентов: 9 мужчин в возрасте от 43 до 72 лет и 4 женщины в возрасте от 45 до 70 лет. У 6 пациентов наблюдался левосторонний гемипарез вялого типа, у 6 пациентов — правосторонний гемипарез вялого типа. В контрольной группе применялись стандартные средства медицинской реабилитации

(медикаментозное лечение, физиотерапевтические процедуры, массаж и процедуры кинезотерапии);

2. Экспериментальная группа включала 9 пациентов: 8 мужчин в возрасте 59–67 лет и женщина 62 лет. У семи пациентов в неврологическом статусе отмечался левосторонний гемипарез вялого типа, у двух — правосторонний гемипарез вялого типа. Пациентам экспериментальной группы, наряду со стандартными методиками медицинской реабилитации, предлагался 10-дневный курс ЧЭССМ в сочетании с рТМС. Курс реабилитации включал 20 сеансов, которые проводились 2 раза в день — утром и во второй половине дня.

Реабилитационный сеанс состоял из трех последовательных этапов:

1. рТМС проводили с использованием магнитного стимулятора МС/Д («Нейрософт», Россия), с койлом в виде восьмерки (ИДУ-02-100-0). Койл накладывался в проекции первичной моторной коры головного мозга. Стимулировалась сенсорно-моторная кора в проекции иннервации ноги на контралатеральном полушарии от пораженной конечности. Пороговая интенсивность магнитного импульса, необходимая для вызова моторных ответов (ВМО) мышцы *Tibialis anterior* (TA), подбиралась перед каждой процедурой исходя из индивидуальных особенностей пациентов. Магнитная стимуляция включала в себя 1000 импульсов, с частотой 10 Гц, которые были разделены на 20 «пачек». Отдельная «пачка» включала в себя 50 импульсов продолжительностью 5 секунд каждая. Между «пачками» устанавливался 5-секундный интервал. Сила магнитной индукции при терапевтическом воздействии составляла 90 % от порога ВМО (ПВМО) мышцы TA, длительность стимуляции 3:13 минут;

2. Для ЧЭССМ использовали стимулятор спинного мозга КУЛОН (ГУАП, СПб). Для стимуляции использовали биполярные импульсы прямоугольной формы, длительностью 1 мс, которые заполнены высокочастотной составляющей в 5 кГц. Стимулирующий электрод накладывался между остистыми отростками 11-го и 12-го грудных позвонков (Th11–Th12), индифферентные электроды накладывались зеркально на кожу в области подвздошных костей. Стимуляция проводилась с частотой 5 Гц и силой тока 90 % от порога вызванного моторного ответа мышцы TA в течение 25 минут;

3. На третьем этапе, при аналогичном наложении электродов, проводилась ЧЭССМ с частотой 30 Гц и силой тока 90 % от порога вызванного моторного ответа мышцы TA в течение 25 минут.

На всем протяжении диагностических манипуляций и позже в процессе стимуляционных воздействий с терапевтической целью исследуемые располагались в исходном положении лежа с приподнятым головным концом.

Для клинической оценки степени выраженности двигательных нарушений использовались шкала реабилитационной маршрутизации (Rehabilitation routing scale), индекс мобильности Ривермид (Rivermead mobility index), тест баланса Берга (Berg Balance Test) и шестибальная шкала оценки мышечной силы (Six-point scale for evaluating muscle strength), результаты которой представлены в виде суммарной силы мышц сгибателей или разгибателей при тестировании трех суставов верхней конечности (лучезапястный, локтевой, плечевой) и нижней конечности (голеностопный, коленный, тазобе-



дренный). Обследование по клиническим шкалам проводилось до и после курса восстановительного лечения.

Для оценки возбудимости нейронных сетей поясничного утолщения спинного мозга и ВМО использовали ЧЭССМ. Для этого использовали монополярные импульсы прямоугольной формы с высокочастотной составляющей 5 кГц, при наложении стимулирующего электрода между остистыми отростками Th11–Th12. Индифферентные электроды накладывались на кожу в области подвздошных костей. Индивидуально у пациентов определяли пороги активации и амплитуду ВМО мышц нижних конечностей: бицепс бедра / Biceps femoris (BF); медиальная головка икроножной мышцы / Gastrocnemius medialis (GM); прямая головка четырехглавой мышцы бедра / Rectus femoris (RF); передняя большеберцовая мышца голени / Tibialis anterior (TA) (левой и правой ноги) с частотой стимуляции 0,3 Гц. Для регистрации ВМО использовали электронейромиограф Нейро-МВП 8 («Нейрософт», Россия). Чашечковые поверхностные биполярные электроды накладывали в проекции брюшек исследуемых мышц. Пороговая сила тока определялась у всех испытуемых для каждой мышцы индивидуально.

Для статистической обработки полученных данных использовалась программа Statistica 10.0. Данные представлены в виде среднегрупповых значений  $\pm$  стандартная ошибка. При анализе изменений неврологического дефицита до и после курса реабилитации использовалась методика непараметрического анализа по U-критерию Манна — Уитни. Характеристики электромиографической активности были обработаны с помощью однофакторного дисперсионного анализа Anova. Статистически значимыми изменениями считались при ошибке  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе предварительного обследования у пациентов выявлены двигательные нарушения, результаты которых представлены в табл. 1.

При оценке шкалы реабилитационной маршрутизации установлено, что пациенты контрольной и экспериментальной групп имели выраженные нарушения жизнедеятельности на уровне 3,9 и 4 балла соответственно. Уровень нарушения мобильности, который оценивался

по индексу Ривермид, составил 4,3 и 4,8 балла для контрольной и экспериментальной групп. Определение исходного состояния пациентов по тесту Берга свидетельствует о выраженных нарушениях равновесия и статокINETических функций в момент выполнения двигательных действий. При оценке мышечного тонуса по шестибальной шкале установлено, что у пациентов обеих групп имеются схожие исходные показатели мышечной силы пораженных конечностей (табл. 2).

В интактных конечностях сила мышц сгибателей и разгибателей в обеих группах ниже границ нормы (15 баллов). В контрольной группе при передвижении 8 из 12 пациентов использовали вспомогательные средства (трость с широким основанием, катящиеся ходунки). В экспериментальной группе вспомогательными средствами пользовались 7 из 9 пациентов. Остальные пациенты обеих групп могли передвигаться по ровной поверхности без использования дополнительных средств.

Предварительное тестирование возбудимости нейронных сетей поясничного утолщения спинного мозга и оценка ВМО свидетельствуют о выраженных различиях на стороне интактных и паретичных конечностей (табл. 3). Так, в контрольной группе пороги ВМО в мышцах RF, BF, TA и GM пораженной конечности на 8,2 мА, 15,2 мА, 27,7 мА и 28,1 мА выше, чем интактной. При тестировании пациентов экспериментальной группы установлены схожие результаты: пороги ВМО в мышцах RF, BF, TA и GM интактной конечности на 5 мА, 16,2 мА, 21,5 мА и 20,7 мА были ниже, чем в соответствующих мышцах паретичной конечности. Очевидно, эти различия связаны с изменениями центральных тормозных влияний на мотонейронные сети поясничного утолщения спинного мозга.

Результаты повторного тестирования по шкале ШПМ в контрольной группе (см. табл. 1) свидетельствуют о положительной динамике показателей, однако эти данные статистически не достоверны. При индивидуальном рассмотрении двигательных возможностей установлено, что три пациента улучшили свои способности при выполнении бытовых функций, у девяти пациентов выраженных изменений не отмечалось. Анализ динамики локомоторной активности по индексу мобильности Ривермид показал, что локомоторные функции пациентов

**Таблица 1.** Динамика клинических показателей у пациентов после ишемического инсульта (M  $\pm$  SD)

**Table 1.** Dynamics of clinical indicators in patients after ischemic stroke (M  $\pm$  SD)

Показатели / Indicators	Контрольная группа / Control Group		Экспериментальная группа / Experimental Group	
	до / before	после / after	до / before	после / after
Шкала маршрутизации реабилитации, балл / Rehabilitation routing scale, score	3,9 $\pm$ 0,1	3,1 $\pm$ 0,3	4 $\pm$ 0	2 $\pm$ 0,4*
Индекс мобильности Ривермид, балл / Rivermead mobility index, score	4,3 $\pm$ 1,4	6,3* $\pm$ 1,5	4,8 $\pm$ 1,7	10,6 $\pm$ 1,7*
Испытание на равновесие по Бергу, балл / Berg Balance Test, score	34,6 $\pm$ 6,18	40 $\pm$ 6,3	33,1 $\pm$ 2,3	45,1 $\pm$ 1,9*

**Примечание:** До — до реабилитации; после — после реабилитации; \* — достоверность показателей до и после курса реабилитации ( $p < 0,05$ ).

**Note:** Before — before rehabilitation; after — after rehabilitation; \* — reliability of indicators before and after the rehabilitation course ( $p < 0.05$ ).

**Таблица 2.** Динамика показателей мышечной силы по шестибалльной шкале у пациентов после ишемического инсульта (M ± SD)

**Table 2.** Dynamics of muscle strength indicators on a six-point scale in patients after ischemic stroke (M ± SD)

Показатели / Indicators	Контрольная группа / Control Group		Экспериментальная группа / Experimental Group	
	Пораженная конечность / Paretic limb	Здоровая конечность / Healthy limb	Пораженная конечность / Paretic limb	Здоровая конечность / Healthy limb
Сгибатели рук / Hand flexor (до / before)	7,2 ± 0,3	12,3 ± 0,3	8,2 ± 0,2	12,9 ± 0,2
Сгибатели рук / Hand flexor (после / after)	9,3 ± 0,2	13,2 ± 0,2	9,6 ± 0,3	13,2 ± 0,2
Разгибатели рук / Hand extensor (до / before)	7,5 ± 0,3	13,5 ± 0,4	8,4 ± 0,4	13,2 ± 0,3
Разгибатели рук / Hand extensor (после / after)	9,9 ± 0,4	13,5 ± 0,5	10,1 ± 0,5	13,2 ± 0,2
Сгибатели ног / Leg flexors (до / before)	7,8 ± 0,4	12,1 ± 0,4	7,5 ± 0,3	13,8 ± 0,2
Сгибатели ног / Leg flexors (после / after)	9,9 ± 0,6	14,1 ± 0,3	12,6 ± 0,4*	14,1 ± 0,1
Разгибатели ног / Leg extensors (до / before)	8,1 ± 0,4	12,2 ± 0,5	7,3 ± 0,7	14,4 ± 0,2
Разгибатели ног / Leg extensors (после / after)	10,5 ± 0,5	14,1 ± 0,3	13,5 ± 0,2*	14,1 ± 0,2

**Примечание:** До — до реабилитации; после — после реабилитации; \* — достоверность показателей до и после курса реабилитации ( $p < 0,05$ ).

**Note:** Before — before rehabilitation; after — after rehabilitation; \* — reliability of indicators before and after the rehabilitation course ( $p < 0.05$ ).

контрольной группы достоверно улучшились в среднем на 2 балла. Положительная динамика статокINETических функций и функции равновесия после стандартного курса реабилитации подтверждает, что пациенты стали более устойчивы при поддержании позы стоя, при совершении простых двигательных действий (пересаживание со стула на стул), однако остаются ограничены в выполнении специфических действий (подъем предмета с пола, удержание позы стоя с закрытыми глазами и подъем на степ платформу), о чем свидетельствует рост показателей по тесту Берга на 5,4 балла. При оценке мышечной силы (см. табл. 2) у пациентов контрольной группы отмечается тенденция к увеличению силовых характеристик рук и ног (сгибание, разгибание) пораженных конечностей. При этом отмечается и улучшение силовых характеристик здоровых конечностей. Установлено, что у пациентов контрольной группы после курса реабилитации пороги ВМО не меняются в пораженных и здоровой конечностях (см. табл. 3).

В результате проведения тестирований по неврологическим шкалам и тестам (см. табл. 1) было установлено, что в отличие от пациентов контрольной группы у пациентов экспериментальной группы имеется выраженная положительная динамика показателей по шкале реабилитационной маршрутизации, изменения по которой составили 2 балла ( $p < 0,05$ ). Это подтверждается улуч-

шением способности пациентов к самообслуживанию, выполнению бытовых функций, отказ от помощи третьих лиц в различных сферах жизнедеятельности. При оценке уровня мобильности по шкале Ривермид было выявлено достоверное повышение показателя на 5,8 балла. В результате чего 6 пациентов из 7, которые использовали средства дополнительной опоры, отказались от вспомогательных средств при передвижении, значительно улучшили способность к самостоятельному передвижению, в том числе по лестнице. Тестирование статокINETических функций показало значительное улучшение показателей статического и динамического баланса. Результаты по шкале Берга увеличились на 12 баллов ( $p < 0,05$ ). Это свидетельствует об улучшении функции статического баланса при удержании позы стоя, в том числе и закрытыми глазами, и динамического баланса при совершении двигательных задач в виде разворота через плечо без потери равновесия, поднятия предмета с пола и поочередной постановки ног на степ-платформу (имитация подъема по лестнице). При оценке силовых характеристик мышц пораженных конечностей установлено (см. табл. 2), что, как и у пациентов контрольной группы, достоверных изменений показателей мышц верхней конечности не отмечается. Определение силовых показателей мышц нижних конечностей у пациентов экспериментальной группы, в отличие от аналогичных показателей пациен-

**Таблица 3.** Динамика пороговых характеристик (ma) ВМО мышц нижних конечностей при ЧЭССМ в проекции Th11–Th12 (M ± SD)**Table 3.** Dynamics of threshold characteristics (ma) MEP of the lower limbs muscles in the case of TcSCS in the projection Th11–Th12 (M ± SD)

Показатели / Indicators	Контрольная группа / Control Group		Экспериментальная группа / Experimental Group	
	Пораженная конечность / Paretic limb	Здоровая конечность / Healthy limb	Пораженная конечность / Paretic limb	Здоровая конечность / Healthy limb
Конечность / Limb				
Прямая головка четырехглавой мышцы бедра / Rectus femoris (до / before)	18,6 ± 7	10,4 ± 4,5	16,5 ± 3,2	11,5 ± 3,5
Прямая головка четырехглавой мышцы бедра / Rectus femoris (после / after)	16,6 ± 7	11,3 ± 4,5	8,8* ± 2,1	10,4 ± 4,5
Бицепс бедра / Biceps femoris (до / before)	45,4 ± 3,9	30,2 ± 5,3	45,8 ± 7,4	29,6 ± 4,3
Бицепс бедра / Biceps femoris (после / after)	44,1 ± 3,8	32,6 ± 5,3	27,5* ± 7,2	26,4 ± 5,3
Передняя большеберцовая мышца голени / Tibialis anterior (до / before)	130,3 ± 6,6	102,6 ± 7,2	126,0 ± 6,6	104,5 ± 6,7
Передняя большеберцовая мышца голени / Tibialis anterior (после / after)	124,7 ± 7,2	101,1 ± 7,2	101,2* ± 7,7	102,6 ± 7,2
Медиальная головка икроножной мышцы / Gastrocnemius medialis (до / before)	124,5 ± 4,9	96,4 ± 6,5	121,4 ± 10,9	99,7 ± 7,8
Медиальная головка икроножной мышцы / Gastrocnemius medialis (после / after)	121,1 ± 4,8	98,6 ± 6,5	107,2 ± 12,7	96,4 ± 6,5

**Примечание:** До — до реабилитации; после — после реабилитации; \* — достоверность показателей до и после курса реабилитации ( $p < 0,05$ ).

**Note:** Before — before rehabilitation; after — after rehabilitation; \* — reliability of indicators before and after the rehabilitation course ( $p < 0.05$ ).

тов контрольной группы, указывает на их выраженное увеличение. Так, сила мышц сгибателей ног увеличилась на 5,1, а мышц разгибателей — на 6,2 балла ( $p < 0,05$ ). Результаты исследования возбудимости нейронных сетей поясничного утолщения показали (см. табл. 3), что курс комбинированной ЧЭССМ и рТМС значительно повышает возбудимость нейронных сетей поясничного утолщения спинного мозга. Об этом свидетельствует достоверное снижение порогов ВМО мышц пораженных конечностей RF, BF и TA на 7,7 мА, 18,3 мА и 24,8 мА соответственно. В отличие от результатов, отмеченных у пациентов контрольной группы, в экспериментальной группе пороговые величины ВМО пораженной нижней конечности достигли пороговых значений мышц здоровой нижней конечности.

Таким образом, проведенное исследование показало, что включение в курс реабилитации комбинированной ЧЭССМ и рТМС (экспериментальная группа) приводит к выраженному улучшению жизнедеятельности, увеличению мобильности, улучшению функций баланса, повышению возбудимости двигательных нейронных сетей спинного мозга и увеличению силы мышц в острый период инсульта.

Существуют многочисленные сведения об использовании рТМС пораженной моторной коры у пациентов при реабилитации двигательных функций после острых нарушений церебрального кровообращения [16–18]. Было показано, что эффективность применения рТМС в реабилитации пациентов после инсульта снижается по мере увеличения сроков после перенесенного нарушения мозгового кровообращения [19]. В работе Bestmann et al. [20, 21] продемонстрировано, что рТМС не только влияет на свойства нейронов стимулируемой области, но и модулирует активность удаленных и взаимосвязанных центров двигательного контроля. Возможный механизм, лежащий в основе этого явления, заключается в активации пластических процессов и увеличении функциональных связей между стимулируемой областью и транссинаптической модуляцией активности удаленных двигательных областей, включая нейронные сети спинного мозга [22]. Проведенные нами исследования показали, что курс рТМС повышает возбудимость моторных сетей поясничного утолщения, о чем свидетельствует снижение порогов ВМО в мышцах пораженных конечностей. В этой связи можно полагать, что курсовое использование рТМС способствует формированию новых и актива-



ции сохранных супраспинальных связей, что является одной из причин повышения возбудимости нейронных сетей поясничного утолщения и снижения порогов ВМО всех исследуемых мышц нижних конечностей.

Особенностью метода коррекции двигательных функций пациентов в период восстановительного лечения после ишемического инсульта явилось комбинированное использование рТМС и ЧЭССМ. Используемые в проведенном исследовании параметры ЧЭССМ активируют моторные входы двигательных нейронных сетей поясничного утолщения и инициируют рефлекторные локомоторные ответы мышц нижних конечностей [8]. В ранее проведенном нами исследовании было установлено, что использование ЧЭССМ способствует повышению возбудимости нейронных сетей и локомоторных центров спинного мозга, улучшению двигательных функций при нарушениях центрального генеза, сопряженных с ишемическим инсультом [14]. Применение ЧЭССМ при травматических повреждениях спинного мозга показало возможности метода в восстановлении произвольных движений, удержании позы и локомоторной активности [12, 13, 23, 24]. В экспериментальных исследованиях на животных было показано, что при активации локомоторных центров спинного мозга сигналы передаются в мозжечок, который в свою очередь имеет связь с нейронами, дающими начало четырем основным двигательным путям, через которые головной мозг управляет работой спинного мозга [25]. Исходя из этого можно полагать, что стимуляция нейронных сетей и локомоторных центров поясничного отдела активирует не только спинальные двигательные рефлекторные ответы в пораженных мышцах нижних конечностей, но инициирует сенсорно-моторные входы и передачу возбуждения в центральные отделы нервной системы. Исходя из этого, включение в курс реабилитации ЧЭССМ может служить эффективным средством инициации восходящих путей и формирования пластичности нейронных сетей спинного мозга и вышерасположенных двигательных центров. Таким образом, рассмотренный методический подход комбинированного использования рТМС и ЧЭССМ предполагает направленное воздействие на центральные моторные центры, функции и связи которых нарушены в результате ишемического инсульта, активацию спинномозговых нейронных сетей и двигательных центров, инициирующих сенсорно-моторную афферентацию, формирование новых и активацию сохранных спинно-церебральных связей.

Подтверждением эффективности комбинированного использования транскраниальной магнитной и чрескожной электрической стимуляции спинного мозга служат результаты тестирования пациентов контрольной и экспериментальной групп. Достоверное увеличение

силы мышц пораженной нижней конечности пациентов экспериментальной группы, по-видимому, является одной из причин улучшения дифференциации мышечных усилий и произвольных двигательных функций. После курса рТМС и ЧЭССМ у пациентов экспериментальной группы улучшилась функция равновесия и координации движений, что подтверждают литературные данные о том, что ЧЭССМ поясничного утолщения способствуют транссинаптической активации стволовых отделов регуляции равновесия и координации с последующей афферентацией в вышерасположенные центры регуляции двигательных функций, а рТМС инициирует нисходящие связи со спинальными центрами двигательного контроля. Результаты проведенного исследования показали, что у пациентов экспериментальной группы выражено улучшилась функция самостоятельной ходьбы, 6 пациентов из 7, которые использовали дополнительные средства при передвижении отказались от использования вспомогательных средств при передвижении. В контрольной группе лишь 3 человека из 8, которые использовали дополнительные средства при передвижении отказались от вспомогательных средств. В результате улучшения функций равновесия, координации, ходьбы и увеличения мышечной силы у пациентов экспериментальной группы произошло достоверное улучшение качества жизни, способность к самостоятельному передвижению, выполнению бытовых функций и возможностей самообслуживания, выраженных в большей степени, чем в контрольной группе. Требуется дальнейшее проведение исследований по оценке эффективности рТМС и ЧЭССМ на разных этапах реабилитации после ишемического инсульта.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование свидетельствует, что сочетанное использование транскраниальной магнитной и чрескожной электрической стимуляции спинного мозга способствует улучшению супраспинальных связей, активации пластических процессов в ЦНС, выраженному улучшению локомоторных функций. У пациентов экспериментальной группы отмечается увеличение возбудимости моторных центров пояснично-крестцового отдела спинного мозга, нервно-мышечных взаимодействий и силовых характеристик мышц нижних конечностей, улучшение статического и динамического равновесия, двигательных функций и способности к самообслуживанию. Полученные результаты указывают на возможность использования транскраниальной магнитной и чрескожной электрической стимуляции спинного мозга для повышения эффективности реабилитационных мероприятий в острый период восстановительного лечения после ишемического инсульта.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Ананьев Сергей Сергеевич**, аспирант кафедры адаптивной физической культуры ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет»; младший научный сотрудник лаборатории «Физиология движений» ФГБУН «Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН».

E-mail: sergananev13@gmail.com; ananevss@infran.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9757-7946>

**Павлов Денис Анатольевич**, старший преподаватель кафедры адаптивной физической культуры ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет».

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7593-7138>

**Якупов Рафаиль Наильевич**, старший преподаватель кафедры адаптивной физической культуры ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет».

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8105-6799>

**Голоднова Валентина Александровна**, аспирант кафедры и старший преподаватель кафедры адаптивной физической культуры ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет».

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0929-176X>

**Балыкин Михаил Васильевич**, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой адаптивной физической культуры ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет».

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2086-4581>

**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: Ананьев С.С. — разработка дизайна исследования, проведение исследования, интерпретация данных, написание текста рукописи; Павлов Д.А. — проведение исследования, сбор, обработка и анализ данных клинического про-

филя; Якупов Р.Н. — сбор, обработка и анализ электромиографических данных; Голоднова В.А. — обзор публикаций по теме статьи, проведение исследования; Балыкин М.В. — разработка дизайна исследования, редакция текста рукописи.

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

**Конфликт интересов.** Ананьев С.С., Павлов Д.А., Якупов Р.Н., Голоднова В.А., Балыкин М.В. являются авторами патента RU 2743222 C1 от 16.02.2021 «Способ коррекции локомоторных функций человека после нарушения церебрального кровообращения ишемического генеза».

**Этическое утверждение.** Участники исследования подписывали добровольное информированное согласие. Клиническое исследование соответствует нормам Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения медицинских исследований с участием человека в качестве субъекта».

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

## ADDITIONAL INFORMATION

**Sergey S. Ananyev**, Postgraduate student of the Department of Adaptive Physical Culture, Ulyanovsk State University; Junior researcher, laboratory "Physiology of movements", Pavlov Institute of Physiology, RAS.

E-mail: [sergananev13@gmail.com](mailto:sergananev13@gmail.com), [ananevss@infran.ru](mailto:ananevss@infran.ru);

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9757-7946>

**Denis A. Pavlov**, Senior Lecturer, Department of Adaptive Physical Culture, Ulyanovsk State University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7593-7138>

**Rafail N. Yakupov**, Senior Lecturer, Department of Adaptive Physical Culture, Ulyanovsk State University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8105-6799>

**Valentina A. Golodnova**, Postgraduate student and Senior Lecturer, Department of Adaptive Physical Culture, Ulyanovsk State University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0929-176X>

**Mikhail V. Balykin**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Adaptive Physical Culture, Ulyanovsk State University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2086-4581>

**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: Ananyev S.S. — development of research design, conducting research, interpretation of data, writing of the manuscript text; Pavlov D.A. — conducting research, collection, processing and analysis of clinical profile data; Yakupov R.N. — collection, processing and analysis of electromyographic data; Golodnova V.A. — review of publications on the topic of the article, conducting research; Balykin M.V. — development of research design, revision of the text of the manuscript.

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

**Disclosure.** Ananyev S.S., Pavlov D.A., Yakupov R.N., Golodnova V.A., Balykin M.V. are the authors of the patent RU 2743222 C1 dated 16.02.2021 "Method of correction of human locomotor functions after cerebral circulation disorder of ischemic genesis".

**Ethics Approval.** Study participants signed voluntary informed consent. Clinical trials meet the standards of the Declaration of Helsinki of the World Medical Association "Ethical principles for medical research with human subjects".

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

## Список литературы / References

- Huang, L., Shi, X., Zhang, N. et al. Bibliometric analysis of trends and issues in traditional medicine for stroke research: 2004–2018. *BMC complementary medicine and therapies*. 2020; 20(1): 39. <https://doi.org/10.1186/s12906-020-2832-x>
- Cengic L., Vuelletic V., Karlick M. et al. Motor and cognitive impairment after stroke. *Acta Clinica Croatica*. 2011; 50: 463–467.
- Дружинина В.В., Колупаев М.А., Мельчакова А.А. и др. Патопфизиология инсульта и его лечение. *Международный студенческий научный вестник*. 2018; 4(2): 228–231. [Druzhinina V.V., Kolupaev M.A., Melchakova A.A. Pathophysiology of stroke and its treatment. *International Student Scientific Bulletin*. 2018; 4(2): 228–231. (In Russ.)]
- Chervyakov A.V., Chernyavsky A.Y., Sinitsyn D.O., Piradov M.A. Possible Mechanisms Underlying the Therapeutic Effects of Transcranial Magnetic Stimulation. *Front Hum Neurosci*. 2015; 9 (7): 303. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00303>
- Kricheldorf J., Göke K., Kiebs M., et al. Evidence of Neuroplastic Changes after Transcranial Magnetic, Electric, and Deep Brain Stimulation. *Brain Science*. 2022; 12(7): 929. <https://doi.org/10.3390/brainsci12070929>
- Rossi S., Antal A., Bestmann S., Bikson M. et al. Safety and recommendations for TMS use in healthy subjects and patient populations, with updates on training, ethical and regulatory issues: Expert Guidelines. *Clinical Neurophysiology*. 2021; 132(1): 269–306. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2020.10.003>

7. Lefaucheur J.-P., André-Obadia N., Antal A., et al. Evidence-based guidelines on the therapeutic use of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS). *Clinical Neurophysiology*. 2014; 125 (11): 2150-2206. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2014.05.021>
8. Gorodnichev R.M., Pivovarova E.A., Pukhov A., Moiseev S.A. et al. Transcutaneous electrical stimulation of the spinal cord: non-invasive tool for activation of locomotor circuitry in human. *Human Physiology*. 2012; 38 (2): 158–167. <https://doi.org/10.1134/S0362119712020065>
9. Мошонкина Т.Р., Мусяенко П.Е., Богачева И.Н. и др. Регуляция локомоторной активности при помощи эпидуральной и чрескожной электрической стимуляции спинного мозга у животных и человека. *Ульяновский медико-биологический журнал*. 2012; 3: 129–137. [Moshonkina T.R., Musienko P.E., Bogacheva I.N. et al. Regulation of locomotor activity by epidural and percutaneous electrical stimulation of the spinal cord in animals and humans. *Ulyanovsk medico-biological journal*. 2012; 3: 129–137 (In Russ.)]
10. Якупов Р.Н., Балькин Ю.М., Котова Е.Ю. и др. Изменение силовых показателей мышц нижних конечностей при чрескожной электрической стимуляции спинного мозга. *Ульяновский медико-биологический журнал*. 2015; 4: 99–103. [Yakupov R.N., Balykin Y.M., Kotova E.Y. et al. Changes in force indices of lower limb muscles during percutaneous electrical stimulation of the spinal cord. *Ulyanovsk medico-biological journal*. 2015; 4: 99–103. (In Russ.)]
11. Рощина Л.В., Маркевич В.В., Иванов С.М. и др. Влияние длительной электрической и кратковременной электромагнитной стимуляции спинного мозга на параметры вызванных мышечных ответов человека. *Ульяновский медико-биологический журнал*. 2018; 2: 121–128. <https://doi.org/10.23648/UMBJ.2018.30.14055> [Roschina L.V., Markevich V.V., Ivanov S.M. et al. Effect of prolonged electrical and short-term electromagnetic stimulation of the spinal cord on the parameters of evoked human muscle responses. *Ulyanovsk medico-biological journal*. 2018; 2: 121–128. <https://doi.org/10.23648/UMBJ.2018.30.14055> (In Russ.)]
12. Gerasimenko Y.P., Lu D.C., Modaber M., Zdunowski S. et al. Noninvasive Reactivation of Motor Descending Control after Paralysis. *Journal of Neurotrauma*. 2015; 12: 1968-80. <https://doi.org/10.1089/neu.2015.4008>
13. Siu R., Brown E.H., Mesbah S. et al. Novel Noninvasive Spinal Neuromodulation Strategy Facilitates Recovery of Stepping after Motor Complete Paraplegia. *Journal of Clinical Medicin*. 2022; 11(13): 3670. <https://doi.org/10.3390/jcm11133670>
14. Balykin M.V., Yakupov R.N., Mashin V.V., Kotova E.Y. et al. The influence of non-invasive electrical stimulation of the spinal cord on the locomotor function of patients presenting with movement disorders of central genesis. *Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult*. 2017; 94(4): 4–9. <https://doi.org/10.17116/kurort20179444-9>
15. Никитюк И.Е., Мошонкина Т.Р., Щербакова Н.А. и др. Влияние локомоторной тренировки и функциональной электромиостимуляции на постуральные функции у детей с тяжелыми формами детского церебрального паралича. *Физиология человека*. 2016; 42(3): 37–46. <https://doi.org/10.7868/S0131164616030127> [Nikityuk I.E., Moshonkina T.R., Scherbakova N.A. и др. Influence of locomotor training and functional electromyostimulation on postural functions in children with severe forms of infantile cerebral palsy. *Human Physiology*. 2016; 42(3): 37–46. <https://doi.org/10.7868/S0131164616030127> (In Russ.)]
16. Reis J., Robertson E., Krakauer J.W. et al. Can tDCS and TMS enhance motor learning and memory formation. *Brain Stimul*. 2008; 1(4) 10: 363–369. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2008.08.001>
17. Volz L.J., Rehme A.K., Michely J. et al. Shaping Early Reorganization of Neural Networks Promotes Motor Function after Stroke. *Cereb Cortex*. 2016; 26(6): 2882–2894. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhw034>
18. Ackerley S.J., Stinear C.M., Barber P.A. et al. Combining theta burst stimulation with training after subcortical stroke. *Stroke*. 2010; 41(7): 1568-72. <https://doi.org/10.1161/strokeaha.110.583278>
19. Talelli P., Wallace A., Dileone M. et al. Theta burst stimulation in the rehabilitation of the upper limb: a semirandomized, placebo-controlled trial in chronic stroke patients. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2012; 26(8): 976-87. <https://doi.org/10.1177/1545968312437940>
20. Bestmann S., Baudewig J., Siebner H.R. Subthreshold high-frequency TMS of human primary motor cortex modulates interconnected frontal motor areas as detected by interleaved fMRI-TMS. *Neuroimage*. 2003; 20(3): 1685-96. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2003.07.028>
21. Bestmann S., Baudewig J., Siebner H.R. et al. BOLD MRI responses to repetitive TMS over human dorsal premotor cortex. *Neuroimage*. 2005; 15(28) 1: 22-9. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.05.027>
22. Mori F., Codecà C., Kusayanagi H. et al. Effects of intermittent theta burst stimulation on spasticity in patients with multiple sclerosis. *European Journal of Neurology*. 2010; 17: 295–300. <https://doi.org/10.1111/j.1468-1331.2009.02806.x>
23. Sayenko D.G., Rath M., Ferguson A.R. et al. Self-Assisted Standing Enabled by Non-Invasive Spinal Stimulation after Spinal Cord Injury. *Journal of Neurotrauma*. 2019; 36 (9): 1435–1450. <https://doi.org/10.1089/neu.2018.5956>
24. Angeli C.A., Edgerton V.R., Gerasimenko Y.P., Harkema S.J. Altering spinal cord excitability enables voluntary movements after chronic complete paralysis in humans. *Brain*. 2014; 137(5) 4: 1394-409. <https://doi.org/10.1093/brain/awu038>
25. Orlovsky G.N., Deliagina T.G., Grillner S. *Neuronal Control of Locomotion*. Oxford University. 1999.



## Персонализированная реабилитация больных раком предстательной железы после радикальной простатэктомии. Сравнительный анализ показателей уродинамики

ИД Каспаров Б.С.<sup>1,6</sup>, ИД Ковлен Д.В.<sup>4</sup>, ИД Семиглазова О.В.<sup>1,2</sup>, ИД Заозерский Т.Ю.<sup>1,\*</sup>,  
ИД Кондратьева К.О.<sup>1</sup>, ИД Пономаренко Г.Н.<sup>5</sup>, ИД Ключе В.А.<sup>1</sup>, ИД Семиглазов В.В.<sup>3</sup>,  
ИД Носов А.К.<sup>1</sup>, ИД Крутов А.А.<sup>1</sup>, ИД Беляев А.М.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО «ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

<sup>4</sup> ФГБОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург, Россия

<sup>5</sup> ФГБУ СПб «НЦЭПР им. Г.А. Альбрехта» Минтруда России, Санкт-Петербург, Россия

<sup>6</sup> ФГБОУ ВО «СПбГПМУ» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

### РЕЗЮМЕ

**ВВЕДЕНИЕ.** Проведение персонализированного подхода в лечении недержания мочи у пациентов после радикальной простатэктомии (РПЭ) позволяет достоверно улучшить показатели коррекции послеоперационной инконтиненции.

**ЦЕЛЬ.** Изучить влияние персонализированной реабилитации больных раком предстательной железы (РПЖ) после радикальной простатэктомии на состояние функциональных показателей нижних мочевыводящих путей.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** В исследование включено 60 пациентов с верифицированным первично операбельным РПЖ, которым была выполнена лапароскопическая нервосберегающая простатэктомия. Возраст пациентов варьировался от 46 до 77 лет (медиана 62,8 года). Пациенты были распределены в основную и контрольную группы по 30 человек. В основной группе реабилитация пациентам проводилась с использованием персонализированного подхода. У пациентов контрольной группы реабилитационные программы были сформированы на основе синдромально-патогенетического подхода. Оценка функциональных показателей нижних мочевыводящих путей проводилась с использованием 24-часового прокладочного теста и комплексного уродинамического исследования до и после хирургического лечения, после курса реабилитации и через 1 год после хирургического лечения.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** Оценка степени недержания мочи у больных РПЖ с использованием 24-часового прокладочного теста показала схожие клинические картины в обеих группах в послеоперационном периоде в виде легких или среднетяжелых нарушений. После проведения курса реабилитации отмечалась положительная динамика, однако в группе наблюдения 66,7 % пациентов полностью удерживали мочу, тогда как в группе сравнения лишь 40 %. Аналогичная динамика прослеживалась и через 1 год после хирургического лечения. По данным комплексного уродинамического исследования (КУДИ), после проведения реабилитации в группе наблюдения у 76,7 % пациентов были отмечены признаки восстановления детрузорной активности до предоперационного уровня с сохранением эффекта через 1 год после вмешательства ( $p < 0,05$ ). Пиковое снижение максимального детрузорного давления отмечалось в послеоперационном периоде с частичным восстановлением показателя после реабилитации и через 1 год в обеих группах. В группе сравнения было отмечено более выраженное снижение детрузорного давления, однако разница оказалась статистически незначимой ( $p > 0,05$ ).

**ОБСУЖДЕНИЕ.** В данном исследовании апробирован персонализированный подход в реабилитации пациентов онкоурологического профиля. Данная концепция позволяет применять технологии физической и реабилитационной медицины с максимальной эффективностью за счет определения конкретной модели пациента. Результаты функциональных методов исследования (прокладочный тест, КУДИ) являются одними из потенциальных детерминант эффективности применения реабилитационных технологий.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Результаты реабилитации пациентов в группе с персонализированным подходом позволяют достоверно улучшить показатели коррекции послеоперационной инконтиненции.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** персонализированная реабилитация, рак предстательной железы, простатэктомия, недержание мочи, прокладочный тест, комплексное уродинамическое исследование, детерминанта эффективности.

**Для цитирования / For citation:** Каспаров Б.С., Ковлен Д.В., Семиглазова О.В., Заозерский Т.Ю., Кондратьева К.О., Пономаренко Г.Н., Ключе В.А., Семиглазов В.В., Носов А.К., Крутов А.А., Беляев А.М. Персонализированная реабилитация больных раком предстательной железы после радикальной простатэктомии. Сравнительный анализ показателей уродинамики. Вестник восстановительной медицины. 2023; 22(4):23-30. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-23-30> [Kasparov B.S., Kovlen D.V., Semiglazova O.V., Zaozerskii T.Y., Kondrateva K.O., Ponomarenko G.N., Kluge V.A., Semiglazov V.V., Nosov A.K., Krutov A.A., Belyaev A.M. Personalized Rehabilitation of Patients with Prostate Cancer after Radical Prostatectomy: a Comparative Analysis of Urodynamics Parameters. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(4): 23-30. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-23-30> (In Russ.).]

\* Для корреспонденции: Заозерский Олег Вячеславович, E-mail: [oncl@rion.spb.ru](mailto:oncl@rion.spb.ru)

Статья получена: 22.05.2023

Статья принята к печати: 01.08.2023

Статья опубликована: 31.08.2023

# Personalized Rehabilitation of Patients with Prostate Cancer after Radical Prostatectomy: a Comparative Analysis of Urodynamic Parameters

 Boris S. Kasparov<sup>1,6</sup>,  Denis V. Kovlen<sup>4</sup>,  Tatiana Y. Semiglazova<sup>1,2</sup>,  Oleg V. Zaozerskii<sup>1,\*</sup>,  Kristina O. Kondrateva<sup>1</sup>,  Gennady N. Ponomarenko<sup>5</sup>,  Valeria A. Kluge<sup>1</sup>,  Vladislav V. Semiglazov<sup>3</sup>,  Aleksander K. Nosov<sup>1</sup>,  Anton A. Krutov<sup>1</sup>,  Alexey M. Belyaev<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> N.N. Petrov National Medical Research Center for Oncology, Saint Petersburg, Russia

<sup>2</sup> I.I. Mechnikov North-Western State Medical University, Saint Petersburg, Russia

<sup>3</sup> I.P. Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russia

<sup>4</sup> S.M. Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia

<sup>5</sup> G.A. Albrecht Scientific and Practical Center for Medical-Social Examination, Prosthetics and Rehabilitation of Disabled Persons, Saint Petersburg, Russia

<sup>6</sup> Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russia

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** Applying a personalized approach in the treatment of urinary incontinence in patients after RP can significantly improve the rates of correction of postoperative incontinence.

**AIM.** To study the effect of personalized rehabilitation of patients with prostate cancer (PCa) after radical prostatectomy on the state of functional indicators of the lower urinary tract.

**MATERIALS AND METHODS.** The study included 60 patients with verified primary resectable prostate cancer who underwent laparoscopic nerve-sparing prostatectomy. Patient ages ranged between 46 and 77 years (median 62.8 years). The patients were divided into main and control groups of 30 people each. The patients of the main group received rehabilitation using a personalized approach. The rehabilitation programs for the patients in the control group were formed on the basis of a syndromic-pathogenetic approach. Functional parameters of the lower urinary tract were assessed using a 24-hour pad test and a comprehensive urodynamic study before and after surgery, after a course of rehabilitation and 1 year after surgery.

**RESULTS.** Assessment of the degree of urinary incontinence in patients with prostate cancer using a 24-hour pad test showed similar clinical pictures in both groups in the postoperative period in the form of mild or moderate disorders. After the rehabilitation course, a positive trend was observed, however, in the observation group, 66.7 % of patients completely retained urine, while in the comparison group only 40%. Similar trends were observed in a year after a surgical treatment. According to a comprehensive urodynamic study (CUDS), after rehabilitation in the observation group, 76.7 % of patients showed signs of restoration of detrusor activity to the preoperative level with retention of the effect a year after the intervention ( $p < 0.05$ ). A peak decrease in maximum detrusor pressure was observed in the postoperative period with a partial recovery of the indicator after rehabilitation and after 1 year in both groups. In the comparison group, a more pronounced decrease in detrusor pressure was observed, but the difference was statistically insignificant ( $p > 0.05$ ).

**DISCUSSION.** This study tested a personalized approach in the rehabilitation of patients with urological oncology. This concept allows the use of physical and rehabilitation medicine technologies with maximum efficiency by identifying a specific patient model. The results of functional research methods (pad test, KUDI) are one of the potential determinants of the effectiveness of the use of rehabilitation technologies.

**CONCLUSION.** The results of rehabilitation of patients in the group with a personalized approach can significantly improve the rates of correction of postoperative incontinence.

**KEYWORDS:** personalized rehabilitation, prostate cancer, prostatectomy, urinary incontinence, pad test, comprehensive urodynamic study, determinant of effectiveness.

**For citation:** Kasparov B.S., Kovlen D.V., Semiglazova T.Y., Zaozerskii O.V., Kondrateva K.O., Ponomarenko G.N., Kluge V.A., Semiglazov V.V., Nosov A.K., Krutov A.A., Belyaev A.M. Personalized Rehabilitation of Patients with Prostate Cancer after Radical Prostatectomy: a Comparative Analysis of Urodynamic Parameters. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(4): 23-30. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-23-30> (In Russ.).

\* **For correspondence:** Oleg V. Zaozerskii, E-mail: oncl@ion.spb.ru

**Received:** 22.05.2023

**Accepted:** 01.08.2023

**Published:** 31.08.2023

**ВВЕДЕНИЕ**

Рак предстательной железы (РПЖ) является одним из наиболее распространенных злокачественных заболеваний у мужчин. Ежегодно данный диагноз выявляется у 1,6 млн мужчин, смертность же составляет 366 000 случаев. [1]. За последние 40 лет показатели заболеваемости увеличились во всем мире, что в том числе связано с активным внедрением скрининга ПСА. В Российской Федерации заболеваемость РПЖ также неуклонно возрастает. В структуре заболеваемости злокачественными новообразованиями мужского населения России РПЖ занимает второе место, что соответствует 14,5 % от всех диагностированных новообразований у мужчин [2]. В качестве одного из основных методов лечения пациентов с РПЖ является выполнение радикальной простатэктомии (РПЭ) [3–6]. Выбор тактики хирургического доступа зависит от множества факторов: оснащенности стационара, опыта оперирующего хирурга. Основным побочным эффектом хирургических и лучевых методов лечения РПЖ является недержание мочи (НМ) в той или иной степени выраженности. Так, частота встречаемости НМ после РПЭ встречается у 80 % в первые 3 месяца после оперативного лечения и у порядка 63 % пациентов в течение первых двух лет после специализированного лечения, из них 24–56 % пациентов пользуются урологическими прокладками или уропрезервативами [7]. Недержание мочи также является серьезным психотравмирующим фактором, который крайне негативно отражается на качестве жизни пациента [8–11]. Поэтому реабилитация пациентов, подвергающихся противоопухолевому лечению РПЖ, которое сопровождается множеством осложнений, является, несомненно, важной, актуальной и социально значимой проблемой. Однако данной проблеме в современной урологии до настоящего времени должного внимания не уделялось, из-за чего пациенты зачастую оказываются наедине с проблемой адаптации к новому, резко сниженному качеству жизни и, как правило, не готовы к негативным последствиям проведенного лечения.

**ЦЕЛЬ**

Целью данного исследования является изучение влияния персонализированного подхода в реабилитации пациентов онкоурологического профиля после проведенной простатэктомии на состояние функциональных показателей нижних мочевыводящих путей.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

В клиническое исследование включено 60 пациентов с верифицированным первично операбельным РПЖ, находившихся на лечении в отделении онкоурологии и отделении реабилитации ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России с 2017 по 2022 г. Пациенты были распределены в основную и контрольную группы по 30 человек. Группы сопоставимы по основным прогностическим признакам — возраст, распространенность опухолевого процесса, гистотип. Возраст пациентов варьировался от 46 до 77 лет (медиана 62,8 года). В обеих группах всем пациентам была выполнена лапароскопическая нервосберегающая простатэктомия. В основной группе реабилитация пациентам проводилась с использованием персонализированного подхода. На основе проведенного наукометрического анализа

исследований по применению факторов физической и реабилитационной медицины были сформированы рекомендованный доказательный профиль и персонализированные реабилитационные программы, которые включали в себя лечебную физическую культуру (ЛФК), когнитивно-поведенческую терапию, БОС-терапию, тибальную стимуляцию, гипербарическую оксигенацию. У пациентов контрольной группы реабилитационные программы были сформированы на основе синдромально-патогенетического и биопсихоземotionalного подхода в зависимости от наличия конкретных ограничений функционирования и нарушений. В данной группе проводились ЛФК, электротерапия, кинезиотерапия, консультации медицинского психолога. Все мероприятия выполнялись по требованию пациента в зависимости от наличия конкретного ограничения функционирования. С ними работал конкретный специалист, основной задачей которого было обучение пациентов самостоятельному выполнению реабилитационных мероприятий.

Стратификация пациентов по стадиям представлена в табл. 1. Оценка функциональных показателей нижних мочевыводящих путей проводилась до и после хирургического лечения, после курса реабилитации и через 1 год после хирургического лечения.

Для оценки степени недержания мочи использовался 24-часовой прокладочный тест, оценивалась динамика изменения веса всех прокладок, которые пациент использовал в течение суток. Использовались однотипные впитывающие прокладки, которые взвешивались до и после исследования. В случае верхнего предела прироста веса прокладок до 8 г тест оценивался как отрицательный, до 50 г — как капельное недержание, от 50 до 100 г — недержание легкой степени, от 101 до 400 г — средней степени, более 400 г — тяжелой степени [12]. Комплексное уродинамическое исследование (КУДИ) было выполнено пациентам, у которых отсутствовала в анамнезе дисфункция нижних мочевых путей. У данных пациентов в послеоперационном периоде отмечались признаки недержания мочи в виде необходимости использовать урологические прокладки в количестве 1-й и более в сутки. Проводили на уродинамической установке MMS Solar (Нидерланды) с автоматической обработкой результатов на основе стандартов Международного общества недержания мочи [13]. В рамках КУДИ проводилась урофлоуметрия, цистометрия с исследованием «давление — поток», стоп-тест, проба на порог абдоминального давления и накожная электромиография. В работе проанализированы: максимальная цистометрическая емкость, максимальная скорость потока ( $Q_{max}$ ), максимальное детрузорное давление ( $P_{detmax}$ ), давление детрузора при максимальном потоке ( $P_{detQ_{max}}$ ), индекс контрактильности, индекс инфравезикальной обструкции.

**РЕЗУЛЬТАТЫ**

Оценка степени недержания мочи у больных РПЖ с использованием 24-часового прокладочного теста показала схожие картины в послеоперационном периоде в обеих группах после удаления уретрального катетера ( $p < 0,01$ ). У всех пациентов были отмечены признаки инконтиненции с преобладанием легкой и средней степени выраженности. Также в обеих группах после проведения курса реабилитации отмечалась положительная



**Таблица 1.** Стратификация пациентов по стадиям РПЖ  
**Table 1.** Stratification of patients by PCa stage

Критерии / Criteria	Группа наблюдения / Observation group (n = 30)		Группа сравнения / Comparison group (n = 30)		
	n	%	n	%	
<b>T</b>	T1b	1	3,3	1	3,3
	T1c	2	6,7	2	6,7
	T2a	3	10	4	13,4
	T2b	6	20	7	23,3
	T2c	12	40	12	40
	T3a	1	3,3	1	3,3
	T3b	4	13,4	2	6,7
	T4	1	3,3	1	3,3
<b>N</b>	N0	27	90	27	90
	N1	3	10	3	10

КАСПАРОВ Б.С. И ДР. | ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

динамика, однако в группе наблюдения 20 (66,7 %) пациентов полностью удерживали мочу, тогда как в группе сравнения лишь 12 (40 %). Так, в группе наблюдения из 10 (33,3 %) пациентов, у которых сохранились симптомы недержания после реабилитации, у 5 (16,7 %) носило капельный характер, у 3 (10 %) отмечалась легкая степень недержания, а у 2 (6,6 %) средняя. В группе сравнения капельный характер недержания был отмечен лишь у 6 (20 %) пациентов, легкая степень недержания у 7 (23,3 %) пациентов, средняя степень — у 5 (16,7 %). В обеих группах после проведенной реабилитации отсутствовали тяжелые проявления недержания. Через 1 год после реабилитации в группе наблюдения у 22 (73,3 %) пациентов отмечалось полное удержание мочи, тогда как в группе сравнения данный эффект был достигнут лишь у 17 (56,7 %) пациентов. У 8 (26,7 %) пациентов в группе наблюдения отмечались признаки недержания мочи — у 4 (13,3 %) капельного характера, у 3 (10 %) — легкой степени, у 1 (3,4 %) — средней степени тяжести. В группе сравнения признаки недержания мочи были зафиксированы у 13 (43,4 %) пациентов: у 6 (20%) — капельного характера, у 5 (16,7 %) — легкой степени, у 2 (6,6 %) — средней степени тяжести (табл. 2).

По результатам КУДИ признаки детрузорной гиперактивности в послеоперационном периоде были отмечены в обеих группах, в группе наблюдения у 19 пациентов (63,3 %), в группе сравнения у 20 (66,7 %). После проведения реабилитации в группе наблюдения у 23 пациентов (76,7 %) были отмечены признаки восстановления детрузорной активности до предоперационного уровня с сохранением эффекта через 1 год после вмешательства ( $p < 0,05$ ). В группе сравнения также был отмечен положительный эффект после реабилитации у 17 пациентов (56,7 %), через 1 год восстановленная функция детрузора отмечалась в 19 случаях (63,3 %). Также стоит отметить, что у 11 пациентов (36,6 %) в группе наблюдения и у 10 пациентов (33,3 %) в группе сравнения признаки гиперактивности детрузора были отмечены на предопе-

рационном этапе при отсутствии жалоб и клинических проявлений. Еще одним показателем, характеризовавшим нарушение функции мочевого пузыря в послеоперационном периоде, была его комплаентность. Данный показатель характеризует степень эластичности стенки мочевого пузыря и его способность поддерживать стабильное внутрипузырное давление при наполнении его жидкостью. В послеоперационном периоде снижение комплаентности было отмечено у 24 пациентов (80 %) в каждой группе. При этом лишь у 5 пациентов (16,7 %) в группе наблюдения и 4 пациентов (13,3 %) в группе сравнения данные изменения были отмечены на фоне нормального тонуса детрузора, в остальных случаях тонус детрузора был повышен. После проведенной реабилитации в группе наблюдения признаки снижения эластичности стенки мочевого пузыря сохранялись у 7 пациентов (23,3 %), в группе сравнения — у 10 пациентов (33,3 %), и они носили также функциональный характер. Показатели максимального детрузорного давления были снижены у всех пациентов в обеих группах. Пиковое снижение отмечалось в послеоперационном периоде с частичным восстановлением показателя после реабилитации и через 1 год в обеих группах. Несмотря на более выраженное снижение детрузорного давления в группе сравнения, разница оказалась статистически незначимой ( $p > 0,05$ ). Инфравезикальная обструкция в послеоперационном периоде отмечалась у 3 пациентов (10 %) в группе сравнения и у 4 пациентов (13,3 %) в группе наблюдения. Еще по 3 пациента каждой из групп (10 %) находились в так называемой «серой зоне». После проведенной реабилитации в группе сравнения у 3 пациентов (10 %) индекс инфравезикальной обструкции составлял 23,2, 22,8 и 24,1, что соответствует «серой зоне», также у 1 пациента (3,3 %) этот показатель не изменился через 1 год. В группе наблюдения после реабилитации в «серой зоне» данный показатель находился лишь у 1 пациента (3,3 %), а через 1 год после лечения у всех пациентов он соответствовал норме ( $p < 0,05$ ). Снижение сократи-

**Таблица 2.** Динамика показателей прокладочного теста у больных РПЖ  
**Table 2.** Dynamics of indicators of the padding test in patients with prostate cancer

Степень недержания мочи / Degree of urinary incontinence	Группа наблюдения / Observation group						Группа сравнения / Comparison group					
	После лечения / After treatment		После курса реабилитации / After the rehabilitation course		Через 1 год после реабилитации / 1 year after rehabilitation		После лечения / After treatment		После курса реабилитации / After the rehabilitation course		Через 1 год после реабилитации / 1 year after rehabilitation	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Отсутствует / Absent	0	0	20	66,7	22	73,3	0	0	12	40	17	56,7
Капельная / Drip	4	13,3	5	16,7	4	13,3	5	16,7	6	20	6	20
Легкая / Easy	10	33,3	3	10	3	10	12	40	7	23,3	5	16,7
Средняя / Average	12	40	2	6,6	1	3,4	10	33,3	5	16,7	2	6,6
Тяжелая / Heavy	4	13,4	0	0	0	0	3	10	0	0	0	0

тельной способности детрузора (гипоконтрактильность) отмечалась на предоперационном этапе у 12 пациентов (40 %) в обеих группах. Наиболее выражено данный показатель был снижен у возрастных пациентов с низкими показателями максимального детрузорного давления на фоне нормальной или повышенной максимальной скорости мочеиспускания. Пиковое снижение контрактильности было отмечено в послеоперационном периоде у всех пациентов в обеих группах, в том числе за счет удаления естественного барьера, создающего сопротивление в виде предстательной железы ( $59,83 \pm 0,67$  в группе наблюдения и  $60,67 \pm 1,02$  в группе сравнения). При этом в группе наблюдения отмечается достоверно более выраженный прирост индекса контрактильности после проведения курса реабилитации ( $83,73 \pm 0,90$ ) против группы сравнения ( $79,53 \pm 0,94$ ),  $p < 0,05$ , а через 1 год показатели в группе наблюдения составили  $92,63 \pm 0,94$  против  $88,90 \pm 0,90$  контрольной группы (табл. 3).

## ОБСУЖДЕНИЕ

Современные достижения диагностики и лечения первично оперебельного РПЖ позволяют пациенту практически забыть о данном заболевании и делают вопрос реабилитации и поддержания качества жизни наиболее острым. Разработаны как консервативные методы, включающие в себя применение технологий на основе физических факторов, фармакотерапии, так и хирургические методы, целью которых является коррекция послеоперационной инконтиненции. По данным Аляева Ю.Г. и соавт., в качестве терапии первой линии при коррекции послеоперационного недержания мочи рекомендуются упражнения для укрепления мышц тазового дна. К таким же выводам в своем исследовании пришла Ананий И.А., которая применяла комплекс упражнений

в изолированном виде с эффективностью 83,1 % [14, 15]. Опыт использования электростимуляции мышц тазового дна как в самостоятельном виде в качестве терапии второй линии, так и в комбинации с упражнениями также широко представлен [16]. В данном исследовании апробирован персонализированный подход в реабилитации пациентов онкоурологического профиля. Данная концепция позволяет применять технологии физической и реабилитационной медицины с максимальной эффективностью за счет определения конкретной модели пациента. Результаты функциональных методов исследования (прокладочный тест, КУДИ) являются одними из потенциальных детерминант эффективности применения реабилитационных технологий.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несомненно, проведение персонализированного подхода в лечении недержания мочи у пациентов после РПЭ требует больше времени и усилий. В первую очередь это связано с большим количеством задействованных методик и, как следствие, оборудования и специалистов. Но результаты реабилитации позволяют достоверно улучшить показатели коррекции послеоперационной инконтиненции. По данным прокладочного теста, разница в результатах, когда отсутствовали признаки недержания, после курса реабилитации достигали 26,7 % с сохранением разницы в 16,6 % через 1 год после хирургического лечения в пользу персонализированного подхода ( $p < 0,05$ ). По данным комплексного уродинамического исследования отмечается положительная динамика коррекции показателей в обеих группах, однако в группе наблюдения она носит более быстрый и стойкий характер при восстановлении детрузорной активности, комплаентности стенки мочевого пузыря и контрактильности детрузора.

**Таблица 3.** Динамика показателей комплексного уродинамического исследования у больных РПЖ в группах наблюдения и сравнения  
**Table 3.** Changes of indicators of a complex urodynamic study in patients with prostate cancer in the study and comparison groups

Показатели	Группа наблюдения / Observation group					Группа сравнения / Comparison group			
	До лечения / Before treatment	После лечения / After the treatment	После курса реабилитации / After rehabilitation course	Через 1 год после реабилитации / 1 year after the rehabilitation	До лечения / Before treatment	После лечения / After treatment	После курса реабилитации / After the rehabilitation course	Через 1 год после реабилитации / 1 year after the rehabilitation	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<b>Макс. цистометрич. Емкость, мл / Maximum cystometric capacity, ml</b>	421,80 ± 11,81	298,57 ± 8,35	365,70 ± 10,24	393,83 ± 10,74	419,40 ± 10,66	296,87 ± 8,28	349,23 ± 9,53	375,70 ± 9,95	
<b>Максимальная скорость потока, Qmax, мл/с / Maximum flow rate, Qmax, ml/sec</b>	9,67 ± 0,29	6,17 ± 0,27	7,87 ± 0,24	8,77 ± 0,27	9,20 ± 0,30	5,73 ± 0,28	7,03 ± 0,22	7,80 ± 0,21	
<b>Максимальное детрузорное давление, Pdetmax, см вод. ст. / Maximum detrusor pressure, Pdetmax, centimeters of water column</b>	40,47 ± 0,95	32,00 ± 0,86	36,20 ± 0,93	38,27 ± 0,92	39,93 ± 0,67	31,37 ± 0,83	35,33 ± 0,87	37,47 ± 0,56	
<b>Давление детрузора при максимальном потоке, PdetQmax, см вод. ст. / Detrusor pressure at maximum flow, PdetQmax, centimeters of water column</b>	35,77 ± 0,90	28,17 ± 0,82	32,20 ± 0,84	34,20 ± 0,44	36,67 ± 0,93	29,00 ± 0,83	32,23 ± 0,84	34,30 ± 0,86	
<b>Индекс контрактильности / Contractility index</b>	95,03 ± 1,10	59,83 ± 0,67	83,73 ± 0,90	92,63 ± 0,94	95,90 ± 1,29	60,67 ± 1,02	79,53 ± 0,94	88,90 ± 0,90	
<b>Индекс инфравезикальной обструкции / Infravesical obstruction index</b>	16,33 ± 0,58	21,90 ± 0,72	18,77 ± 0,64	17,63 ± 0,66	16,73 ± 0,57	23,10 ± 0,72	20,30 ± 0,62	19,20 ± 0,61	

p < 0,05  
 (2-3, 3-4,  
 4-5, 6-7,  
 7-8, 8-9,  
 2-6, 3-7,  
 4-8, 5-9)

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**

**Каспаров Борис Сергеевич**, кандидат медицинских наук, заведующий клинико-диагностическим отделением ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0341-3823>

**Ковлен Денис Викторович**, доктор медицинских наук, доцент кафедры курортологии и физиотерапии ФГБОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6773-9713>

**Семиглазова Татьяна Юрьевна**, доктор медицинских наук, доцент, заведующая отделом, ведущий научный сотрудник научного отдела инновационных методов терапевтической онкологии и реабилитации ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России, доцент кафедры онкологии ФГБОУ ВО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4305-6691>

**Заозерский Олег Вячеславович**, врач-онколог клинико-диагностического отделения ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России.

E-mail: [oncl@rion.spb.ru](mailto:oncl@rion.spb.ru);

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5275-482X>

**Кондратьева Кристина Орхановна**, кандидат психологических наук, медицинский психолог ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3987-1703>

**Пономаренко Геннадий Николаевич**, доктор медицинских наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, генеральный директор ФГБУ «ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта» Минтруда России, заведующий кафедрой курортологии и физиотерапии ФГБОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7853-4473>

**Клюге Валерия Алексеевна**, кандидат медицинских наук, врач-химиотерапевт клинико-диагностического отделения ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8378-8750>

**Семиглазов Владислав Владимирович**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой онкологии ФГБОУ ВО «ПСПБГМУ им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8825-5221>

**Носов Александр Константинович**, доктор медицинских наук, заведующий хирургическим урологическим отделением ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3850-7109>

**Крутов Антон Андреевич**, заведующий отделением реабилитации ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4504-4974>

**Беляев Алексей Михайлович**, доктор медицинских наук, профессор, директор ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России, заведующий кафедрой онкологии ФГБОУ ВО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Главный внештатный онколог Северо-Западного Федерального округа.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5580-4821>

**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: Каспаров Б.С., Семиглазова Т.Ю. — методология работы; Ковлен Д.В. — анализ данных; Заозерский О.В., Кондратьева К.О. — проведение исследования; Пономаренко Г.Н., Семиглазов В.В., Беляев А.М. — научное обоснование; Клюге В.А., Крутов А.А. — верификация данных; Носов А.К. — анализ данных.

**Источники 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. Одобрения локальным этическим комитетом не требовалось.

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

**ADDITIONAL INFORMATION**

**Boris S. Kasparov**, Ph. D. (Med.), Head of the Clinical Diagnostic Department of the N.N. Petrov National Medical Research Center for Oncology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0341-3823>

**Denis V. Kovlen**, MD, Associate Professor of the Department of Balneology and Physiotherapy of the S.M. Kirov Military Medical Academy.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6773-9713>

**Tatiana Y. Semiglazova**, MD, Associate Professor, Head of Department - Leading Researcher of the Scientific Department of Innovative Methods of Therapeutic Oncology and Rehabilitation of the N.N. Petrov National Medical Research Center for Oncology, Associate Professor of the Department of Oncology of the I.I. Mechnikov North-Western State Medical University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4305-6691>

**Oleg V. Zaozerskii**, oncologist of the clinical diagnostic department

of the N.N. Petrov National Medical Research Center for Oncology.  
E-mail: [oncl@rion.spb.ru](mailto:oncl@rion.spb.ru);

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5275-482X>

**Kristina O. Kondrateva**, Cand. Sci. (Psy.), medical psychologist of the N.N. Petrov National Medical Research Center for Oncology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3987-1703>

**Gennady N. Ponomarenko**, MD, Honored Scientist of the Russian Federation, General Director of the G.A. Albrecht Scientific and Practical Center for Medical-Social Examination, Prosthetics and Rehabilitation of Disabled Persons, Head of the Department of Balneology and Physiotherapy of the S.M. Kirov Military Medical Academy.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7853-4473>

**Valeria A. Kluge**, Ph. D. (Med.), chemotherapist of the Clinical Diagnostic Department of the N.N. Petrov National Medical Research Center for Oncology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8378-8750>



**Vladislav V. Semiglazov**, MD, Professor, Head of the Department of Oncology of the I.P. Pavlov First Saint Petersburg State Medical University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8825-5221>

**Aleksander K. Nosov**, MD, Head of the Surgical Urology Department of the N.N. Petrov National Medical Research Center for Oncology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3850-7109>

**Anton A. Krutov**, head of the rehabilitation department of the N.N. Petrov National Medical Research Center for Oncology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4504-4974>

**Aleksey M. Belyaev**, MD, Professor, Director of the N.N. Petrov National Medical Research Center for Oncology, head of the department of oncology of the I.I. Mechnikov North-Western State Medical University, Chief freelance oncologist of the Northwestern Federal District.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5580-4821>

**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). Special contributions: Kasparov B.S., Semiglazova T.Y. — methodology of work; Kovlen D.V. — data analysis; Zaozerskii O.V., Kondratieva K.O. — research; Ponomarenko G.N., Semiglazov V.V., Belyaev A.M. — scientific justification; Kluge V.A., Krutov A.A. — data verification; Nosov A.K. — 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 were in accordance with the ethical standards of the institutions conducting the study and are in accordance with the Declaration of Helsinki as amended in 2013. Approval from the local ethics committee was not required.

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

## Список литературы/ References

- Claire H. Perner, Ericka M. Ebot, Kathryn M. Wilson, Lorelei A. Mucci. The Epidemiology of Prostate Cancer. *Affiliations expand. Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*. 2018; 1. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a030361>
- Josephine Hegarty, Paul V. Beirne, Ella Walsh et al. Radical prostatectomy versus watchful waiting for prostate cancer. *Cochrane Library*; 2010; 10. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006590.pub2>
- Anna Bill-Axelsson, Lars Holmberg, Hans Garmo et al. Radical Prostatectomy or Watchful Waiting in Prostate Cancer — 29-Year Follow-up. 2018; 379(24)13: 2319–2329. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1615869>
- Timothy J. Wilt, Karen M. Jones, Michael J. Barry et al. Follow-up of Prostatectomy versus Observation for Early Prostate Cancer. 2017; 377(2): 132–142. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1615869>
- Freddie C. Hamdy, Jenny L. Donovan et al. 10-Year Outcomes after Monitoring, Surgery, or Radiotherapy for Localized Prostate Cancer. *ProtecT Study Group*. 2016; 375(15): 1415–1424. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1606220>
- Ситников Н.В., Переходов С.Н., Кочетков А.Г. О психологической реабилитации больных, перенесших радикальную простатэктомию. *Военно-медицинский журнал*. 2007; 2: 56. [Sitnikov N.V., Perekhodov S.V., Kochetkov A.G. On the psychological rehabilitation of patients who have undergone radical prostatectomy. *Military medical journal*. 2007; 2: 56. (In Russ.)]
- Дурнов А.М., Грабовщинер А.Я., Гусев Л.И. и др. Квантовая терапия в онкологии. Экспериментальные и клинические рекомендации для врачей. 2002; 65. [Durnov A.M. Grabovschiner A.Ya, Gusev L.I. et al Quantum therapy in oncology. *Experimental and clinical recommendations for doctors*. 2002; 65. (In Russ.)]
- Кочетов А.Г., Иванов А.О., Роюк Р.В., Ситников Н.В. Новые аспекты диагностики поздних осложнений радикальной простатэктомии. *Материалы II конгресса общества онкоурологов*. 2007; 54–55. [Kochetov A.G., Ivanov A.O., Royuk R.V., Sitnikov N.V. New aspects of diagnosing late complications of radical prostatectomy. *Proceedings of the II Congress of the Society of Oncourologists*. 2007; 54–55. (In Russ.)]
- Петров С.Б., Велиев Е.И., Рассветаев А.В. Уродинамические изменения и удержание мочи у пациентов после позадилонной радикальной простатэктомии. *Вестник Санкт-Петербургской государственной медицинской академии*. 2002; 4: 105–107. [Petrov S.B. Veliev E.I., Rassvetaev A.V. Urodynamic changes and urinary continence in patients after retropubic radical prostatectomy. *Bulletin of the St. Petersburg State Medical Academy*. 2002; 4: 105–107. (In Russ.)]
- Роюк Р.В. Оптимизация методов диагностики и коррекции осложнений радикальной простатэктомии: диссертация. 2007; 180. [Royuk, R.V. Optimization of diagnostic methods and correction of complications of radical prostatectomy: dissertation. 2007; 180 (In Russ.)]
- Malik R.D., Cohn J.A., Fedunok P.A. et al. Assessing variability of the 24-hour pad weight test in men with post-prostatectomy incontinence. *International Brazilian Journal Urology*. 2016; 42: 327–333. <http://dx.doi.org/10.1590/S1677-5538.IBJU.2014.0506>
- Schafer W., Abrams P., Liao L. et al. Good urodynamic practice — uroflowmetry, filling cystometry, and pressure–flow studies. *Neurourology and Urodynamic*. 2002; 21: 261–274. <https://doi.org/10.1002/nau.10066>
- Аляев Ю.Г., Рапопорт Л.М., Цариченко Д.Г., Артемов А.В. Профилактика рубцовых осложнений позадилонной радикальной. *Российские медицинские вести*. 2013; 18(4): 50–59. [Alyayev Yu.G., Rapoport L.M., Tsarichenko D.G., Artemov A.V. Prevention of cicatricial complications of retropubic radical prostatectomy. *Ross. honey. lead*. 2013; 18(4): 50–59. (In Russ.)]
- Ананий И.А. Состояние уродинамики нижних мочевых путей после радикальной простатэктомии: диссертация. 2016; 81 с. [Ananiy, I.A. The state of urodynamics of the lower urinary tract after radical prostatectomy: dissertation. 2016; 81. (In Russ.)]
- Yamanishi, T. Mizuno, M. Watanabe, M. Honda, K. Yoshida Randomized, placebo controlled study of electrical stimulation with pelvic floor muscle training for severe urinary incontinence after radical prostatectomy. *Journal Urology*. 2010; 184(5): 2007–2012.
- Лебединец А.А. Обоснование применения консервативной терапии недержания мочи у больных раком предстательной железы после радикальной простатэктомии: диссертация. 2014; 126. [Lebedinets A.A. Rationale for the use of conservative treatment of urinary incontinence in patients with prostate cancer after radical prostatectomy: dissertation. 2014: p. 126. (In Russ.)]

## Оценка эффективности транскраниальной магнитной стимуляции у пациентов после ишемического инсульта: проспективное исследование

ИД Лебедева Д.И.<sup>1</sup>, ИД Туровина Е.Ф.<sup>1,\*</sup>, ИД Десятова И.Е.<sup>2</sup>, ИД Ерохин А.Н.<sup>1</sup>, ИД Хасанова Л.Т.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Тюмень, Россия

<sup>2</sup> ГАУЗ ТО «Областной лечебно-реабилитационный центр», Тюмень, Россия

<sup>3</sup> ГБУЗ «Городская клиническая больница № 31 Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия

### РЕЗЮМЕ

**ВВЕДЕНИЕ.** Несмотря на то что большое число исследований посвящено реабилитации пациентов с ишемическим инсультом в ранний восстановительный период, в настоящее время много внимания уделяют совершенствованию существующих и развитию новых технологий в нейрореабилитации на ранних сроках заболевания. Транскраниальная магнитная стимуляция (ТМС) представляет собой перспективную технологию реабилитации и восстановления двигательных расстройств после инсульта, которая оказывает прямое воздействие на премоторную кору головного мозга. **ЦЕЛЬ.** Оценить эффективность ТМС в отношении повседневной активности в комплексной программе медицинской реабилитации у пациентов в раннем восстановительном периоде ишемического инсульта.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** В исследование включены 124 пациента в возрасте от 55 до 75 лет (53,2 % мужчин и 46,8 % женщин). В основную группу включены 64 человека, у которых применяли процедуру ТМС. В группу сравнения вошли 60 пациентов, получавшие идентичный курс лечения, но вместо ТМС им проводилась малоинтенсивная магнитотерапия оголовье. Эффективность терапии оценивали с помощью индекса мобильности Ривермид, шкал реабилитационной маршрутизации и NIHSS. Степень выраженности тревожно-депрессивной симптоматики оценивали с помощью шкалы HADS. Общая продолжительность лечения составила 21 день. Динамику состояния пациентов оценивали до начала лечения, через 21 день после проведенного курса реабилитации и через 3 месяца от начала лечения.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** В основной группе выявлено значимое снижение неврологического дефицита по шкале NIHSS с  $15,3 \pm 3,6$  до  $10,1 \pm 1,7$  ( $p < 0,05$ ), индексу мобильности Ривермид с  $5,6 \pm 1,9$  до  $10,5 \pm 2,4$  ( $p < 0,05$ ) и шкале реабилитационной маршрутизации с  $4,3 \pm 0,8$  до  $2,5 \pm 0,5$  балла ( $p < 0,05$ ) с момента начала реабилитации и через 3 месяца после ее начала. Через 3 месяца неврологический дефицит в основной группе был статистически значимо менее выражен по сравнению с пациентами группы сравнения ( $p < 0,5$ ). Выявлено значимое снижение депрессивной симптоматики в основной группе ( $\chi^2 = 28,641$ ;  $p < 0,001$ ), тогда как в контрольной динамике не была значимой ( $\chi^2 = 7,140$ ;  $p = 0,129$ ); кроме того, отмечен регресс тревожной составляющей как в основной ( $\chi^2 = 47,949$ ;  $p < 0,001$ ), так и в контрольной ( $\chi^2 = 12,483$ ;  $p = 0,015$ ) группах.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Применение аппарата ТМС на II этапе реабилитации достоверно снижает неврологический дефицит, повышает мобильность пациентов, а также снижает выраженность тревожно-депрессивной симптоматики.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** ишемический инсульт, реабилитация, транскраниальная магнитная стимуляция, неврологический дефицит, депрессия, тревога.

**Для цитирования / For citation:** Лебедева Д.И., Туровина Е.Ф., Десятова И.Е., Ерохин А.Н., Хасанова Л.Т. Оценка эффективности транскраниальной магнитной стимуляции у пациентов после ишемического инсульта: проспективное исследование. Вестник восстановительной медицины. 2023; 22(4):31-40. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-31-40> [Lebedeva D.I., Turovinina E.F., Desyatova I.E., Erokhin A.N., Khasanova L.T. Effectiveness of Transcranial Magnetic Stimulation in Patients after Ischemic Stroke: a Prospective Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(4):31-40. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-31-40> (In Russ.).]

\* Для корреспонденции: Туровина Елена Фаридовна, E-mail: [turovinina@tyumsmu.ru](mailto:turovinina@tyumsmu.ru)

Статья получена: 28.04.2023

Статья принята к печати: 15.06.2023

Статья опубликована: 31.08.2023

# Effectiveness of Transcranial Magnetic Stimulation in Patients after Ischemic Stroke: a Prospective Study

 Dzhinna I. Lebedeva<sup>1</sup>,  Elena F. Turovinina<sup>1,\*</sup>,  Irina E. Desyatova<sup>2</sup>,  
 Aleksander N. Erokhin<sup>1</sup>,  Liana T. Khasanova<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup> Regional Medical and Rehabilitation Center, Tyumen, Russia

<sup>3</sup> City Clinical Hospital No. 31 of the Moscow Healthcare Department, Moscow, Russia

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** Despite the fact that a large number of studies are focused on the rehabilitation of patients with ischemic stroke in the early recovery period, currently, much attention is paid to improving existing and developing new technologies in neurorehabilitation at the early stages of the disease. Transcranial magnetic stimulation (TMS) is a promising technology for the rehabilitation and recovery of patients with movement disorders after a stroke, which has a direct effect on the premotor cortex of the brain.

**AIM.** To assess the effectiveness of TMS in relation to daily activity in a comprehensive medical rehabilitation program in patients with ischemic stroke in the early recovery period.

**MATERIALS AND METHODS.** The study included 124 patients aged 55–75 years (53.2 % men and 46.8 % women). The main group included 64 people who received the TMS procedure. The comparison group included 60 patients who received an identical course of treatment, but instead of TMS, they underwent a low-intensity headband magnetic therapy. Treatment effectiveness was assessed using the Rivermead Mobility Index, Rehabilitation Routing Scales, and NIHSS. The severity of anxiety and depressive symptoms was assessed using the HADS scale. The total duration of treatment was 21 days. The dynamics of the patients' condition was assessed before the start of treatment, 21 days after the course of rehabilitation and 3 months after the start of treatment.

**RESULTS.** The main group showed a significant decrease in neurological deficit according to the NIHSS scale from  $15.3 \pm 3.6$  to  $10.1 \pm 1.7$  ( $p < 0.05$ ), Rivermead Mobility Index decreased from  $5.6 \pm 1.9$  to  $10.5 \pm 2.4$  ( $p < 0.05$ ) and Rehabilitation Routing Scale decreased from  $4.3 \pm 0.8$  to  $2.5 \pm 0.5$  points ( $p < 0.05$ ) since the start of rehabilitation and 3 months after its start. After 3 months, the neurological deficit in the main group was statistically significantly less compared to patients in the comparison group ( $p < 0.5$ ). A significant decrease in depressive symptoms was found in the main group ( $\chi^2 = 28.641$ ;  $p < 0.001$ ), while in the control group the dynamics was not significant ( $\chi^2 = 7.140$ ;  $p = 0.129$ ); in addition, there was a regression of the anxiety component both in the main ( $\chi^2 = 47.949$ ;  $p < 0.001$ ) and control ( $\chi^2 = 12.483$ ;  $p = 0.015$ ) groups.

**CONCLUSION.** The use of the TMS device at the second stage of rehabilitation significantly reduces the neurological deficit, increases the mobility of patients, and reduces the severity of anxiety and depressive symptoms.

**KEYWORDS:** ischemic stroke, rehabilitation, transcranial magnetic stimulation, neurological deficiency, depression, anxiety.

**For citation:** Lebedeva D.I., Turovinina E.F., Desyatova I.E., Erokhin A.N., Khasanova L.T. Effectiveness of Transcranial Magnetic Stimulation in Patients after Ischemic Stroke: a Prospective Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(4):31-40. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-31-40> (In Russ.).

\* **For correspondence:** Elena F. Turovinina, E-mail: [turovinina@tyumsmu.ru](mailto:turovinina@tyumsmu.ru)

**Received:** 28.04.2023

**Accepted:** 15.06.2023

**Published:** 31.08.2023

## ВВЕДЕНИЕ

Двигательные нарушения являются основной причиной длительной нетрудоспособности вследствие инсульта во всем мире [1]. Более чем у 60 % выживших после инсульта наблюдаются данные нарушения, несмотря на интенсивную реабилитационную терапию [2, 3]. Реорганизация коры, вызванная нейропластичностью, является важным процессом, опосредующим восстановление моторики после инсульта [4].

Неинвазивная стимуляция головного мозга, такая как, например, ритмическая транскраниальная магнитная стимуляция (рТМС), может способствовать нейропластичности путем изменения возбудимости коры [5]. Важно отметить, что ТМС оказалась многообещающим инструментом для восстановления двигательной функции после инсульта [5].

Магнитные сигналы могут без затухания стимулировать ЦНС через кости черепа. ТМС считается безболезненным и неинвазивным методом лечения, который широко используется в нейрореабилитации пациентов, перенесших инсульт [6]. Кроме того, появление непрерывно регулируемой ритмической ТМС (рТМС) привело к появлению новых областей применения данного метода в области лечения неврологических и психических заболеваний [7]. У пациентов с различными заболеваниями оптимальные терапевтические эффекты могут быть достигнуты за счет индивидуализированного подбора режима ТМС (интенсивность, частота, места и направления стимуляции).

Согласно приказу Министерства здравоохранения РФ от 31 июля 2020 г. № 788н «Об утверждении Порядка организации медицинской реабилитации взрослых» в стан-

дарт оснащения стационарного отделения медицинской реабилитации пациентов с нарушением функции центральной нервной системы входит комплекс для ТМС [8].

В ГАУЗ ТО «Областной лечебно-реабилитационный центр» в 2016 г. введен в эксплуатацию ТМС «MagPro R20», до настоящего времени на аппарате пролечено 267 человек, из них 136 человек, перенесших ишемический инсульт.

## ЦЕЛЬ

Оценить эффективность ТМС в отношении повседневной активности в комплексной программе медицинской реабилитации у пациентов в раннем восстановительном периоде ишемического инсульта.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

С октября 2016 г. по ноябрь 2022 г. было проведено одноцентровое проспективное исследование на базе ГАУЗ ТО «Областной лечебно-реабилитационный центр» г. Тюмени. Исследование было одобрено локальным этическим комитетом при ФГБОУ ВО Тюменском ГМУ Минздрава России (протокол № 109 от 04.10.2022).

### Критерии включения

Ранний восстановительный период первичного ИИ полушарной локализации (право- или левосторонней), двигательный дефицит в виде гемипареза от 0 до 4 баллов, возраст от 55 до 75 лет, наличие информированного согласия на участие в исследовании.

### Критерии исключения

Геморрагический инсульт (внутричерепное или субарахноидальное кровоизлияние), тяжелое соматическое состояние, имплантированный водитель ритма сердца, состояние после нейрохирургической операции с использованием встраиваемых металлических приспособлений, эпилепсия и признаки судорожной готовности на ЭЭГ, беременность или кормление грудью, поражения кожи головы вокруг контралатерального очага М1, мешающие ТМС.

В исследование включено 124 пациента в возрасте от 55 до 75 ( $67,3 \pm 8,2$ ) лет (66 (53,2 %) мужчин и 58 (46,8 %) женщин). В основную группу включены 64 человека (35 мужчин, 29 женщин, средний возраст  $65,1 \pm 6,7$  года), у которых наряду с лечебной физкультурой применяли базовую стандартную процедуру ТМС транскраниальным магнитным стимулятором «MagPro R20» с помощью индуктора-восьмерки на проекцию очага поражения и противоположное полушарие (частота стимуляции — 10 Гц на очаг ишемии, 80 % от ПВМО (порог вызванного моторного ответа); длительность пачки — 5 секунд; интервал между пачками — 10 секунд; длительность лечебной сессии — 180 секунд; в дальнейшем на проекцию двигательной коры противоположного здорового полушария — частота воздействия 1 Гц, 100 % от ПВМО, 900 импульсов за сеанс в течение 15 минут. Курс лечения состоял из 14 сеансов. Лечение проводили в утренние часы. Перед началом курса ТМС пациентам проводилась рутинная ЭЭГ для исключения эпилептической активности.

В группу сравнения вошли 60 пациентов (31 мужчина, 29 женщин, средний возраст  $68,7 \pm 3,4$  года), получавшие идентичный курс лечения, но вместо ТМС им проводи-

лась малоинтенсивная магнитотерапия «Оголовье» на аппарате «АМО-АТОС-Э» (Россия) с частотой от 1 до 10 Гц, продолжительностью 10 минут, ежедневно, на курс лечения 14 процедур. Характеристика пациентов представлена в табл. 1.

Все пациенты перед назначением ТМС были осмотрены кардиологом, противопоказаний (искусственный водитель ритма и тяжелые нарушения ритма, такие как желудочковая экстрасистолия, желудочковая тахикардия, хроническая фибрилляция предсердий с высокой частотой сокращений) для проведения процедуры не выявлено.

Для верификации диагноза и варианта инсульта проводилась компьютерная томография головного мозга и дуплексное сканирование брахиоцефальных сосудов. Первичные критерии эффективности включали динамику по шкалам повседневной активности (индекс мобильности Ривермид, шкала реабилитационной маршрутизации, National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS); вторичные критерии — динамику выраженности тревожно-депрессивной симптоматики при использовании госпитальной шкалы тревоги и депрессии (HADS).

Все пациенты, проходящие реабилитацию, были проконсультированы клиническими психологами. При выявлении клинически выраженной тревоги или депрессии пациенты дополнительно были осмотрены психотерапевтом, при необходимости им назначалась медикаментозная терапия тревожно-депрессивных расстройств (антидепрессанты, анксиолитики). Полный курс полученного пациентами лечения представлен в табл. 2.

Общая продолжительность реабилитации составила 21 день. В программу реабилитации пациентов из обеих групп включены: необходимое медикаментозное лечение, лечебная гимнастика с инструктором, беговая дорожка с БОС, циклические и силовые тренажеры, электростимуляция мышц паретичных конечностей, а также ТМС (в основной группе) и малоинтенсивная магнитотерапия «Оголовье» (в группе сравнения), занятия с логопедом и медицинским психологом по показаниям. Динамику состояния пациентов оценивали до начала лечения, через 21 день после проведенного курса реабилитации и через 3 месяца от начала лечения. Опрос по поводу наличия побочных эффектов и осмотр для выявления нежелательных явлений осуществляли при каждом визите больного.

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета программ IBM SPSS Statistics version 23, программного обеспечения MS Excel 2000 (Microsoft). Достоверными считали значения  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Анализ первичных критериев эффективности пациентов, включенных в исследование, выявил, что в основной группе пациентов восстановление было быстрее и выраженнее. Непосредственно после проведения курса реабилитации в основной группе отмечалось статистически значимое улучшение по шкале NIHSS ( $p < 0,05$ ), тогда как в группе сравнения не было выявлено различий по данной шкале до и сразу после проведения реабилитации ( $p > 0,05$ ). По другим шкалам (Ривермид и шкала реабилитационной маршрутизации) не было выявлено статистически значимых различий сразу после окончания программы реабилитации пациентов ( $p > 0,05$ ). Через



**Таблица 1.** Характеристика пациентов, включенных в исследование  
**Table 1.** Description of patients included in the study

Основные характеристики / Main characteristics		Основная группа / Main group (n = 64)	Группа сравнения / Comparison group (n = 60)
Пол (абс./%) / Sex (abs./%)	Мужчины / Male	35 (54,7 %)	31 (51,7 %)
	Женщины / Female	29 (45,3 %)	29 (48,3 %)
Возраст / Age, среднее / mean ± SD, min, max		65,1 ± 6,7 [55; 73]	68,7 ± 3,4 [58; 75]
Давность перенесенного ИИ) / How long ago the ischemic stroke occurred, среднее / mean ± SD, min, max		3,42 ± 1,8 [2,3; 5,1]	3,17 ± 1,92 [2,1; 4,95]
Локализация инсульта (абс./%) / Localization of stroke (abs./%)	Правосторонний / Right hemisphere	33 (51,6 %)	34 (56,7 %)
	Левосторонний / Left hemisphere	31 (48,4 %)	26 (43,3 %)
Артериальная гипертензия (абс./%) / Arterial hypertension (abs./%)		61 (95,3 %)	57 (95 %)
Сахарный диабет 2-го типа (абс./%) / Type 2 diabetes mellitus (abs./%)	Компенсированный / Compensated	12 (18,75 %)	13 (21,7 %)
	Декомпенсированный / Decompensated	5 (7,8 %)	6 (10 %)
Фибрилляция предсердий (абс./%) / Atrial fibrillation (abs./%)	Постоянная / Persistent	9 (14,1 %)	7 (11,7 %)
	Пароксизмальная / Paroxysmal	4 (6,25 %)	3 (5,0 %)
Ожирение (абс./%) / Obesity (abs./%)		31 (48,4 %)	28 (46,7 %)
Курение (абс./%) / Smoking (abs./%)		23 (36,0 %)	19 (31,7 %)
Патогенетический вариант ИИ по критериям TOAST (абс./%) / Pathogenetic variants of ischemic stroke according to the TOAST criteria (abs./%)	Атеротромботический / Large-artery atherosclerosis	36 (56,25 %)	31 (51,6 %)
	Кардиоэмболический / Cardioembolism	21 (32,8 %)	18 (30 %)
	Лакунарный / Small-vessel occlusion (lacunal)	4 (6,25 %)	8 (13,3 %)
	Другой неизвестной этиологии / Stroke of another unspecified etiology	2 (3,125 %)	3 (5 %)
	Неуточненной этиологии / Stroke of unspecified etiology	1 (1,575 %)	—

3 месяца после начала терапии показатели в группе пациентов, которым был проведен курс ТМС, были лучше по сравнению с пациентами группы сравнения по NIHSS ( $p > 0,05$ ), индексу мобильности Ривермид ( $p > 0,05$ ), шкале реабилитационной маршрутизации ( $p > 0,05$ ) (табл. 3).

В основной группе в период наблюдения значительно уменьшилось число пациентов с тяжелыми неврологическими нарушениями (по шкале NIHSS; в 1,9 раза через 21 день и в 4,2 раза через 3 месяца после начала программы реабилитации) и увеличилось число пациен-

тов с неврологическими нарушениями средней (в 1,5 и 1,65 раза через 21 день и 3 месяца соответственно) и легкой (на 7,8 % и 18,75 % через 21 день и 3 месяца соответственно) степени ( $\chi^2 = 36,406; p < 0,001$ ), чего не наблюдалось в группе сравнения ( $\chi^2 = 8,900; p = 0,064$ ) (табл. 4).

Выявлена также положительная динамика в регрессе тревожно-депрессивной симптоматики в основной группе. Отмечено значимое снижение как депрессивной ( $\chi^2 = 28,641; p < 0,001$ ), так и тревожной составляющей ( $\chi^2 = 47,949; p < 0,001$ ). Число пациентов, у которых от-

**Таблица 2.** Методы лечения пациентов, включенных в исследование  
**Table 2.** Treatment methods of patients included in the study

Метод лечения / Treatment method	Основная группа / Main group			Группа сравнения / Comparison group		
	Продолжительность / Duration	Частота / Frequency	Время занятия / Session length	Продолжительность / Duration	Частота / Frequency	Время занятия / Session length
Лечебная гимнастика с инструктором / Therapeutic gymnastics with an instructor	21 день / days	Ежедневно / Daily	40 мин / min	21 день / days	Ежедневно / Daily	40 мин / min
Беговая дорожка с БОС «Pea Terra» / Treadmill with biofeedback «Pea Terra»	21 день / days	Ежедневно / Daily	20 мин / min	21 день / 21 days	Ежедневно / Daily	20 мин / min
Циклические и силовые тренажеры под контролем гемодинамики / Cyclic and power simulators under the control of hemodynamics	21 день / days	Ежедневно / Daily	40 мин / min	21 день / days	Через день / In one day	40 мин / min
Электромиостимуляция паретичных конечностей «RehaBravo» / Electromyostimulation of paretic extremities «RehaBravo»	21 день / days	Ежедневно / Daily	20 мин / min	21 день / days	Ежедневно / Daily	20 мин / min
TMS «MagPro R20» / Transcranial magnetic stimulation «MagPro R20»	14 дней / days	Ежедневно / Daily	20 мин / min	—	—	—
Маломощная магнитотерапия оголовье «АМО-АТОС-Э» / Low-intensity magnetic therapy headband «АМО-АТОС-Э»	—	—	—	14 дней / days	Ежедневно / Daily	10 мин / min

**Таблица 3.** Динамика активности пациентов, включенных в исследование  
**Table 3.** Dynamics of the activity of patients included in the study

Группа / Group	Сроки оценки / Timing of the assessment		
	До лечения / Before the treatment	Через 21 день после начала лечения */ 21 days after the treatment	Через 3 месяца после лечения / 3 months after the treatment
<b>Шкала инсульта Национального здравоохранения (баллы; среднее ± SD) / National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) (scores; mean ± SD)</b>			
Основная группа / Main group, (n = 64)	15,3 ± 3,6	12,6 ± 3,4*	10,1 ± 1,7*
Группа сравнения / Comparison group, (n = 60)	14,9 ± 2,8	13,3 ± 2,2	12,5 ± 2,4*
<b>Индекс мобильности Ривермид (баллы; среднее ± SD) / Rivermead Mobility Index (scores; Mean ± SD)</b>			
Основная группа / Main group, (n = 64)	5,6 ± 1,9	7,8 ± 2,1	10,5 ± 2,4*
Группа сравнения / Comparison group, (n = 60)	5,7 ± 1,6	6,3 ± 1,9	7,9 ± 2,0*
<b>Шкала реабилитационной маршрутизации (баллы; среднее ± SD) / Rehabilitation Routing Scale (scores; Mean ± SD)</b>			
Основная группа / Main group, (n = 64)	4,3 ± 0,8	3,1 ± 0,6	2,5 ± 0,5*
Группа сравнения / Comparison group, (n = 60)	4,7 ± 1,1	4,2 ± 0,7	3,9 ± 0,8*

**Примечание:** \* —  $p < 0,05$  — значимые различия с показателями до лечения; • —  $p < 0,05$  — значимые различия между основной группой и группой сравнения.

**Note:** \* —  $p < 0.05$  — significant differences with indicators before the treatment; • —  $p < 0.05$  — significant differences between the main group and the comparison group.

мечалось отсутствие признаков депрессии, увеличилось в 6,5 раза через 21 день после начала программы реабилитации и в 9,1 раза через 3 месяца после ее начала, а число пациентов с отсутствием признаков тревоги увеличилось в 15,6 и 21,5 раза через 21 день и 3 месяца после начала реабилитации соответственно.

У пациентов группы сравнения, несмотря на положительную динамику (число пациентов с отсутствием признаков депрессии увеличилось в 3,9 и 6,9 раза через 21 день и 3 месяца после начала реабилитации соответственно), регресс депрессивной симптоматики не был статистически значимым ( $\chi^2 = 7,140$ ;  $p = 0,129$ ), тогда как тревожная симптоматика снизилась в этой группе статистически значимо ( $\chi^2 = 12,483$ ;  $p = 0,015$ ). Число пациентов, у которых отмечалось отсутствие признаков тревоги, увеличилось в 7,8 раза через 21 день после начала программы реабилитации и в 10,8 раза через 3 месяца после ее начала (табл. 5).

Одно из вмешательств для улучшения восстановления после инсульта путем индукции явлений нейромодуляции основано на методах неинвазивной стимуляции головного мозга. Среди них ТМС является легко выполнимой и безболезненной нейрофизиологической техникой, широко используемой в диагностических, прогностических, исследовательских методах, а при регулярном применении и в терапевтических целях [9–11]. ТМС генерирует вызванные подпороговые или надпороговые

потенциалы в коре *in vivo* и в режиме реального времени [12–13]. Наиболее распространенным местом стимуляции является первичная моторная кора (M1), которая генерирует моторные вызванные потенциалы (МВП), регистрируемые от контралатеральных мышц с помощью поверхностных электромиографических электродов [13]. Интенсивность ТМС, измеренная в процентах от максимальной мощности стимулятора, подбирается индивидуально для каждого пациента на основе моторного порога (МП) возбудимости. МТ в покое (пМП) обнаруживается, когда целевая мышца находится в состоянии покоя, он определяется как минимальная интенсивность стимуляции M1, необходимая для получения электромиографического ответа с размахом амплитуды > 50 мкВ по крайней мере в 5 из 10 последовательных испытаний. Активный МП (аМП) достигается при тоническом сокращении целевой мышцы примерно на 20 % от максимальной мышечной силы [13]. пМП считается основным параметром в обеспечении состояния глобального возбуждения центрального ядра нейронов M1. Соответственно, пМП увеличивается под действием препаратов, блокирующих потенциалзависимые натриевые каналы, при этом те же препараты могут не влиять на функции ГАМК-ергических рецепторов. Напротив, пМП снижается под действием препаратов, усиливающих глутаматергическую передачу, не опосредованную рецепторами N-метил-D-аспартата (NMDA), это

**Таблица 4.** Динамика степени выраженности неврологических нарушений у обследованных пациентов на фоне лечения**Table 4.** Evolution of the degree of manifestation of neurological disorders in the examined patients during the treatment

Степень выраженности неврологических нарушений по NIHSS / The severity of neurological disorders according to NIHSS	Основная группа / Main group (n = 64)			Группа сравнения / Comparison group (n = 60)		
	До лечения / Before the treatment	Через 21 день после начала лечения / 21 days after the treatment	Через 3 месяца после лечения / 3 months after the treatment	До лечения / Before the treatment	Через 21 день после начала лечения / 21 days after the treatment	Через 3 месяца после лечения / 3 months after the treatment
<b>Тяжелые / Severe, 13–15 баллов / points</b>	38 (59,4 %)	20 (31,25 %)	9 (14,1 %)	33 (55 %)	28 (46,7 %)	21 (35 %)
<b>Средней степени / Medium, 9–12 баллов / points</b>	26 (40,6 %)	39 (60,95 %)	43 (67,15 %)	27 (45 %)	30 (50,0 %)	34 (56,7 %)
<b>Легкой степени / Mild, 3–8 баллов / points</b>	—	5 (7,8%)	12 (18,75 %)	—	2 (3,3 %)	5 (8,3 %)

позволяет предположить, что пМП отражает как возбудимость мембран нейронов, так и глутаматергическую нейротрансмиссию, не связанную с NMDA-рецепторами [14]. Наконец, МП увеличивается, когда значительная часть М1 или кортикоспинального тракта повреждена (например, при инсульте или болезни двигательных нейронов), и уменьшается, когда двигательный путь гипервозбудим (например, при эпилепсии) [15].

рТМС является специфической парадигмой стимуляции, характеризующейся использованием последовательных стимулов, поступающих в одну и ту же область коры с различной частотой и интервалами между последовательностями. Как известно, рТМС может кратковременно модулировать возбудимость стимулируемой коры, причем как локальные, так и отдаленные эффекты сохраняются дольше периода стимуляции. Обычные методы рТМС включают высокочастотную (ВЧ-рТМС) стимуляцию (> 1 Гц) и низкочастотную (НЧ-рТМС) стимуляцию ( $\leq 1$  Гц) [13]. Высокочастотная стимуляция обычно повышает возбудимость моторной коры стимулируемой области, тогда как низкочастотная частотная обычно вызывает снижение возбудимости [16]. Механизмы, с помощью которых рТМС модулирует нейропластичность, довольно сложны, хотя они, по-видимому, связаны с явлениями долговременной потенциации (ДП) и долговременной депрессии (ДД) [17].

При применении после инсульта рТМС в идеале должна подавлять так называемую «дезадаптивную пластичность» и повышать адаптивную пластичность во время реабилитации [18]. Этих целей можно достичь, модулируя локальную возбудимость коры или изменяя связность нейронных сетей [11].

Наше исследование продемонстрировало эффективность ТМС на II этапе реабилитации пациентов после ИИ,

что выражалось в значимом улучшении функционирования и мобильности.

Потенциальная роль рТМС в восстановлении моторных функций после инсульта была оценена в недавнем всестороннем систематическом обзоре 70 исследований A. Dionisio с соавторами. [19]. В большинстве рассмотренных публикаций сообщается о роли рТМС в улучшении моторной функции, хотя рандомизированные контролируемые испытания (РКИ) не смогли подтвердить этих результатов [20, 21], как было показано в недавнем крупном рандомизированном плацебо-контролируемом клиническом испытании навигационной LF-рТМС [22]. Также было высказано предположение, что рТМС может улучшать мелкую моторику, которая определяется как способность координировать работу пальцев и эффективно манипулировать мелкими объектами, и имеет решающее значение для повседневной жизнедеятельности [11]. Примечательно, что большинство исследований были сосредоточены на двигательных нарушениях верхних конечностей, в то время как данные о реабилитации нижних конечностях ограничены. У пациентов, перенесших инсульт, часто нарушаются ходьба и равновесие, что значительно влияет на качество их жизни [23], и рТМС может представлять собой эффективный метод восстановления. Другим частым осложнением после инсульта является спастичность, заключающаяся в увеличении мышечного тонуса [24], и рТМС была предложена в качестве реабилитационного инструмента при данном осложнении [25]. Кроме того, нами было продемонстрировано, что на фоне ТМС наблюдается значимое снижение тревожно-депрессивной симптоматики, что согласуется с данными других исследователей [26].

Для данного исследования имеется ряд ограничений. Во-первых, целостность кортикоспинального тракта



**Таблица 5.** Степень выраженности тревожно-депрессивной симптоматики на фоне терапии  
**Table 5.** The degree of manifestation of anxiety-depressive symptoms during the therapy

Степень выраженности симптоматики / The severity of symptoms	Основная группа / Main group (n = 64)			Группа сравнения / Comparison group (n = 60)		
	До лечения / Before the treatment	Через 21 день после начала лечения / 21 days after the treatment	Через 3 мес. после лечения / 3 months after the treatment	До лечения / Before the treatment	Через 21 день после начала лечения / 21 days after the treatment	Через 3 мес. после лечения / 3 months after the treatment
<b>Депрессия (HADS D) / Depression (HADS D)</b>						
<b>Отсутствие / Absence, 0–7 баллов / points</b>	2 (3,1 %)	13 (20,3 %)	18 (28,1 %)	1 (1,7 %)	4 (6,7 %)	7 (11,7 %)
<b>Субклинически выраженная / Subclinical, 8–10 баллов / points</b>	24 (37,5 %)	30 (46,9 %)	34 (53,1 %)	26 (43,3 %)	28 (46,65 %)	31 (51,7 %)
<b>Клинически выраженная / Clinical, 20–63 балла / points</b>	38 (59,4 %)	21 (32,8 %)	12 (18,8 %)	33 (55 %)	28 (46,65 %)	22 (36,6 %)
<b>Тревога (HADS D) / Anxiety (HADS D)</b>						
<b>Отсутствие / Absence, 0–7 баллов / points</b>	1 (1,6 %)	16 (25 %)	22 (34,4 %)	1 (1,7 %)	8 (13,3 %)	11 (18,4 %)
<b>Субклинически выраженная / Subclinical, 8–10 баллов / points</b>	20 (31,3 %)	30 (46,9 %)	33 (51,6 %)	22 (36,6 %)	25 (41,7 %)	27 (45 %)
<b>Клинически выраженная / Clinical, 20–63 балла / points</b>	43 (67,1 %)	18 (28,1 %)	9 (14 %)	37 (61,7 %)	27 (45 %)	22 (36,6 %)

не была объективно измерена с помощью одноимпульсной ТМС или других методов нейровизуализации. Степень целостности кортикоспинального пути является значимым предиктором двигательного восстановления [27]. Так, роль межполушарного ингибирования в двигательном восстановлении может быть менее значимой у пациентов с тяжелым поражением кортикоспинального пути [28], что может быть связано с эффектами низкочастотной рТМС. Во-вторых, мы не измеряли изменения паттернов активации коры или нейрофизиологических параметров с помощью функциональной нейровизуализации или парной импульсной ТМС у всех пациентов, хотя основной целью этого исследования было доказательство клинической эффективности низкочастотной рТМС.

В-третьих, в этом исследовании не рассматривались возможные различия в эффекте рТМС при восстановлении моторики в зависимости от доминирующего полушария.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Таким образом, пациентам с ишемическим инсультом после курса ТМС на II этапе реабилитации удается достичь показателей умеренного и легкого неврологического дефицита за один законченный случай госпитализации, т. е. они становятся готовы восстанавливаться в дальнейшем амбулаторно на III этапе реабилитации. Применение аппарата ТМС на II этапе реабилитации достоверно снижает неврологический дефицит, повышает мобильность пациентов, а также снижает выраженность тревожно-де-

прессивной симптоматики, тем самым снижая социальную зависимость от государства. Включение данного метода в программу реабилитации более эффективно по сравнению с малоинтенсивной магнитотерапией «Оголовье».

Исходя из российских клинических рекомендаций, полученного опыта реабилитации данной группы пациентов на базе ОЛРЦ с применением ТМС, мы рекомендуем включение этого метода в региональный стандарт лечения.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Лебедева Джинна Ивановна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры медицинской профилактики и реабилитации Института общественного здоровья и цифровой медицины ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» Минздрава России.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2478-9619>

**Туровинина Елена Фаридовна**, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой медицинской профилактики и реабилитации Института общественного здоровья и цифровой медицины ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» Минздрава России.

E-mail: [turovinina@tyumsmu.ru](mailto:turovinina@tyumsmu.ru);

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6585-0554>

**Десяткова Ирина Евгеньевна**, врач-невролог ГАУЗ ТО «Областной лечебно-реабилитационный центр».

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2446-8156>

**Ерохин Александр Николаевич**, доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры медицинской профилактики и реабилитации Института общественного здоровья и цифровой медицины ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5721-606X>

**Хасанова Лиана Темборовна**, кандидат медицинских наук, врач-невролог, анестезиолог-реаниматолог в ОРИТ для больных с ОНМК ГБУЗ «Городская клиническая больница № 31 Департамента здравоохранения города Москвы».

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5617-4497>

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства согласно международным критериям 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: Лебедева Д.И. — программное обеспечение, проведение исследования, обеспечение материалов для исследования, проверка и редактирование рукописи, руководство проектом; Туровинина Е.Ф. — научное обоснование, курация данных, курирование проекта; Десяткова И.Е. — верификация данных, проведение исследования, написание черновика рукописи; Ерохин А.Н. — методология, анализ данных, проверка и редактирование рукописи; Хасанова Л.Т. — анализ данных, написание черновика рукописи, визуализация.

**Источники 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 было одобрено локальным этическим комитетом при ФГБОУ ВО Тюменском ГМУ Минздрава России (протокол № 109 от 04.10.2022).

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

### ADDITIONAL INFORMATION

**Dzhinna I. Lebedeva**, Ph. D. (Med.), associate professor of the Department of Medical Prevention and Rehabilitation of the Institute of Public Health and Digital Medicine, Tyumen State Medical University.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2478-9619>

**Elena F. Turovinina**, Dr. Sci. (Med.), professor, the head of the department of Medical Prevention and Rehabilitation of the Institute of Public Health and Digital Medicine, Tyumen State Medical University.

E-mail: [turovinina@tyumsmu.ru](mailto:turovinina@tyumsmu.ru);

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6585-0554>

**Irina E. Desyatova**, neurologist at the State autonomous healthcare institution of the Tyumen region, Regional medical and rehabilitation center.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2446-8156>

**Alexander N. Erokhin**, Dr. Sci. (Med.), Associate Professor, Professor of the Department of Medical Prevention and Rehabilitation of the Institute of Public Health and Digital Medicine, Tyumen State Medical University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5721-606X>

**Liana T. Khasanova**, Ph. D. (Med.), neurologist, anesthesiologist-resuscitator in the intensive care unit for patients with stroke, City Clinical Hospital No. 31 of the Moscow Healthcare Department, Moscow, Russia.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5617-4497>

**Author contribution.** All authors confirm the compliance of their authorship, according to 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: Lebedeva D.I. — software, investigation, resources, writing — review and editing, project administration; Turovinina E.F. — conceptualization, data curation, supervision; Desyatova I.E. — validation, investigation, writing — original draft; Erokhin A.N. — methodology, formal analysis, writing — review and editing; Khasanova L.T. — formal analysis, writing — original draft, visualization.

**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 state that all the procedures used in this article comply with the ethical standards of the institutions that conducted the study and comply with the Helsinki Declaration as amended in 2013. The study was approved by the local Ethics Committee at Tyumen State Medical University of the Ministry of Health of Russia (Protocol No. 109, 04.10.2022).

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

## Список литературы / References

1. Springer M.V., Skolarus L.E., Feng C., Burke J.F. Functional Impairment and Postacute Care Discharge Setting May Be Useful for Stroke Survival Prognostication. *Journal of American Heart Association*. 2022; 11(6): e024327. <https://doi.org/10.1161/JAHA.121.024327>
2. Орлова А.С., Лисиченко Д.А., Чер И.С. и др. Осведомленность населения о факторах риска и основных симптомах инсульта (обзор литературы). *Профилактическая медицина*. 2015; 18(6): 91–96. <https://doi.org/10.17116/profmed201518691-96> [Orlova A.S., Lisichenko D.A., Cher I Sun et al. Public awareness of stroke risk factors and warning symptoms (a review of literature). *Proflakticheskaja medicina*. 2015; 18(6): 91–96. <https://doi.org/10.17116/profmed201518691-96> (In Russ..)]
3. Campbell B.C.V., Khatri P. Stroke. *Lancet*. 2020; 396(10244): 129–142. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)31179-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31179-X)
4. Buma F., Kwakkel G., Ramsey N. Understanding upper limb recovery after stroke. *Restorative Neurology and Neuroscience*. 2013; 31(6):707–722. <https://doi.org/10.1016/j.rnnc.2013.03.002>
5. Gong Y., Long X.M., Xu Y. et al. Effects of repetitive transcranial magnetic stimulation combined with transcranial direct current stimulation on motor function and cortex excitability in subacute stroke patients: A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*. 2021; 35(5): 718–727. <https://doi.org/10.1177/0269215520972940>
6. van Lieshout E.C.C., van der Worp H.B., Visser-Meily J.M.A., Dijkhuizen R.M. Timing of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation Onset for Upper Limb Function After Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Neurology*. 2019; 10: 1269. <https://doi.org/10.3389/fneur.2019.01269>
7. Hordacre B., Comacchio K., Moseley G.L. The unusual case of dental pain with sham repetitive transcranial magnetic stimulation: A benign idiosyncrasy or diagnostic opportunity? *Brain Stimulation*. 2020; 13(2): 422–423. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2019.12.003>
8. Приказ Минздрава России от 31 июля 2020 г. № 788н Об утверждении порядка организации медицинской реабилитации взрослых (в ред. Приказа Минздрава России от 07.11.2022 No 727н) [Prikaz Minzdrava Rossii ot 31 July 2020 g. No 788n Ob utverzhdenii porjadka organizacii medicinskoj reabilitacii vzroslyh (v red. Prikaza Minzdrava Rossii ot 07.11.2022 No 727n (In Russ..)] <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=438476>
9. Назарова М.А., Новиков П.А., Никулин В.В., Иванова Г.Е. Диагностические возможности транскраниальной магнитной стимуляции для прогнозирования двигательного восстановления после инсульта. *Нервно-мышечные болезни*. 2020; 10(1): 64–74. <https://doi.org/10.17650/2222-8721-2020-10-1-64-74> [Nazarova M.A., Novikov P.A., Nikulin V.V., Ivanova G.E. Diagnostic capabilities of transcranial magnetic stimulation to predict motor recovery after a stroke. *Nervno-myshechnye bolezni*. 2020; 10(1): 64–74 <https://doi.org/10.17650/2222-8721-2020-10-1-64-74> (In Russ..)]
10. Гумарова Л.Ш., Бодрова Р.А., Хасанова Д.Р. и др. Клиническая эффективность «беспороговой» низкочастотной транскраниальной магнитной стимуляции у пациентов с ишемическим инсультом. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2020; 97(5): 39–44. [Gumarova L.Sh., Bodrova R.A., Khasanova D.R. et al. Transcranial magnetic stimulation in the rehabilitation of stroke patients. *Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoj fizicheskoy kul'tury*. 2020; 97(5): 39–44 (In Russ..)] <https://doi.org/10.17116/kurort20209705139>
11. Cantone M., Lanza G., Vinciguerra L. et al. Age, Height, and Sex on Motor Evoked Potentials: Translational Data From a Large Italian Cohort in a Clinical Environment. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2019; 13: 185. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00185>
12. Lefaucheur J.P., André-Obadia N., Antal A. et al. Evidence-based guidelines on the therapeutic use of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS). *Clinical Neurophysiology*. 2014; 125(11): 2150–2206. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2014.05.021>
13. Rossini P.M., Burke D., Chen R. et al. Non-invasive electrical and magnetic stimulation of the brain, spinal cord, roots and peripheral nerves: Basic principles and procedures for routine clinical and research application. An updated report from an I.F.C.N. Committee. *Clinical Neurophysiology*. 2015; 126(6): 1071–1107. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2015.02.001>
14. Ziemann U., Reis J., Schwenkreis P., Rosanova M. et al. TMS and drugs revisited 2014. *Clinical Neurophysiology*. 2015; 126(10): 1847–68. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2014.08.028>
15. Kobayashi M., Pascual-Leone A. Transcranial magnetic stimulation in neurology. *Lancet Neurophysiology*. 2003; 2: 145–156. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(03\)00321-1](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(03)00321-1)
16. Fitzgerald P.B., Fountain S., Daskalakis Z.J. A comprehensive review of the effects of rTMS on motor cortical excitability and inhibition. *Clinical Neurophysiology*. 2006; 117: 2584–2596. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2006.06.712>
17. Hoogendam J.M., Ramakers G.M.J., Di Lazzaro V. Physiology of repetitive transcranial magnetic stimulation of the human brain. *Brain Stimulation*. 2010; 3: 95–118. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2009.10.005>
18. Jang S.H. Motor function-related maladaptive plasticity in stroke: a review. *NeuroRehabilitation* 2013; 32(2): 311–316. <https://doi.org/10.3233/NRE-130849>
19. Dionísio A., Duarte I.C., Patrício M., Castelo-Branco M. The Use of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation for Stroke Rehabilitation: A Systematic Review. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*. 2018; 27(1): 1–31. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2017.09.008>
20. Blesneag A.V., Slăvoacă D.F., Popa L. et al. Low-frequency rTMS in patients with subacute ischemic stroke: clinical evaluation of short and long-term outcomes and neurophysiological assessment of cortical excitability. *Journal of Medicine and Life*. 2015; 8(3): 378–387.
21. Rose D.K., Patten C., McQuirk T.E., Lu X., Triggs W.J. Does inhibitory repetitive transcranial magnetic stimulation augment functional task practice to improve arm recovery in chronic stroke? *Stroke Research and Treatment*. 2014; 2014: 305236. <https://doi.org/10.1155/2014/305236>
22. Harvey R.L., Edwards D., Dunning K. et al. Randomized Sham-Controlled Trial of Navigated Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation for Motor Recovery in Stroke. *Stroke*. 2018; 49(9): 2138–2146. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.117.020607>
23. Tyson S.F., Hanley M., Chillala J. et al. The relationship between balance, disability, and recovery after stroke: predictive validity of the Brunel Balance Assessment. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2007; 21(4): 341–346. <https://doi.org/10.1177/1545968306296966>
24. Thibaut A., Chatelle C., Ziegler E. et al. Spasticity after stroke: physiology, assessment and treatment. *Brain Injury*. 2013; 27(10): 1093–1105. <https://doi.org/10.3109/02699052.2013.804202>
25. Barros Galvão S.C., Borba Costa dos Santos R., Borba dos Santos P. Efficacy of coupling repetitive transcranial magnetic stimulation and physical therapy to reduce upper-limb spasticity in patients with stroke: a randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2014; 95(2): 22–29. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2013.10.023>
26. Hordacre B., Comacchio K., Williams L., Hillier S. Repetitive transcranial magnetic stimulation for post-stroke depression: a randomised trial with neurophysiological insight. *Journal of Neurology*. 2021; 268(4): 1474–1484. <https://doi.org/10.1007/s00415-020-10315-6>
27. Feng W., Wang J., Chhatbar P.Y. Corticospinal tract lesion load: An imaging biomarker for stroke motor outcomes. *Annals of Neurology*. 2015; 78(6): 860–870. <https://doi.org/10.1002/ana.24510>
28. Di Pino G., Pellegrino G., Assenza G. Modulation of brain plasticity in stroke: a novel model for neurorehabilitation. *Nature Reviews Neurology*. 2014; 10(10): 597–608. <https://doi.org/10.1038/nrneurol.2014.162>

## Оценка качества жизни пациентов с дистальной полинейропатией, индуцированной химиотерапией, после применения высокоинтенсивной импульсной магнитной терапии: рандомизированное клиническое исследование

ИД Куликова Н.Г., ИД Фесюн А.Д., ИД Кончугова Т.В.\*, ИД Кульчицкая Д.Б., ИД Юрова О.В., ИД Кудрявцев А.Е.

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

### РЕЗЮМЕ

**ВВЕДЕНИЕ.** Развитие периферической полинейропатии у онкологических пациентов после курса химиотерапии имеет высокую распространенность и представляет собой важную медико-социальную проблему. В настоящее время для лечения периферической полинейропатии, индуцированной химиотерапией (ППИХ), применяется ряд физиотерапевтических методов.

**ЦЕЛЬ.** Изучить клиническую эффективность высокоинтенсивной импульсной магнитной терапии у пациентов с ППИХ по данным индикативных показателей качества жизни.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** В исследование были включены 90 пациентов с ППИХ. Средний возраст пациентов составил  $57,3 \pm 5,3$  года. Методом простой рандомизации были сформированы две группы: пациенты контрольной группы ( $n = 45$ ) получили стандартную медикаментозную терапию; пациенты основной группы ( $n = 45$ ) получали на фоне стандартной терапии 10 процедур высокоинтенсивной импульсной магнитной терапии (ВИМТ) через день. Анализировали клинические жалобы, болевой синдром по визуально-аналоговой шкале (ВАШ), показатели шкалы EORTC QLQ-CIPN20 (European Organization for Research and Treatment of Cancer Quality of Life Questionnaire–Chemotherapy-Induced Peripheral Neuropathy 20-Item Scale), индикаторы качества жизни по данным опросника SF-36, у пациентов с ППИХ на 20-й день после начала клинического вмешательства.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** После проведенного курса ВИМТ достоверно увеличилась когорта пациентов с более низкой степенью тяжести ППИХ. Так, на 6,6 % увеличилась доля пациентов с ППИХ, входящих в подгруппы 0–1-й степени тяжести ( $p < 0,01$ ). Исходный болевой синдром в конечностях по системе ВАШ у пациентов с ППИХ в основной группе снизился с  $6,8 \pm 1,2$  до  $2,4 \pm 0,8$  балла ( $p < 0,05$ ). В контрольной группе показатель ВАШ изменился с  $7,0 \pm 1,1$  до  $6,3 \pm 0,9$  балла ( $p > 0,05$ ), что не было статистически значимо. Установлено, что включение в программу лечения ВИМТ позволяет получить более значимые положительные изменения сенсорных, моторных и автономно-вегетативных проявлений ППИХ. По шкале SF-36 статистически значимые различия выявлены в отношении физического функционирования у пациентов основной группы. Также выявлено улучшение в отношении показателей, отражающих социальные компоненты качества жизни у пациентов, получивших курсовое воздействие ВИМТ с 61 [58,6; 64,4] балла до 66 [59,7; 70] баллов на 8,2 % ( $p < 0,05$ ). Психологическое здоровье в основной группе улучшилось на 17,02 % ( $p < 0,01$ ). В контрольной группе не было получено достоверных сдвигов ни по одной из шкал ( $p > 0,05$ ).

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Для реабилитации пациентов с ППИХ разработан инновационный метод с применением ВИМТ, который оказывает выраженное положительное влияние на показатели качества жизни у данной категории пациентов.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** индуцированная химиотерапией периферическая полинейропатия, высокоинтенсивная импульсная магнитная терапия, онкология, качество жизни, болевой синдром.

**Для цитирования / For citation:** Куликова Н.Г., Фесюн А.Д., Кончугова Т.В., Кульчицкая Д.Б., Юрова О.В., Кудрявцев А.Е. Оценка качества жизни пациентов с дистальной полинейропатией, индуцированной химиотерапией, после применения высокоинтенсивной импульсной магнитной терапии: рандомизированное клиническое исследование. Вестник восстановительной медицины. 2023; 22(4):41-49. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-41-49> [Kulikova N.G., Fesyun A.D., Konchugova T.V., Kulchitskaya D.B., Yurova O.V., Kudryavtsev A.E. Quality of Life Estimate of Patients with Chemotherapy-Induced Distal Polyneuropathy after High-Intensity Pulsed Magnetic Therapy: a Randomized Clinical Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(4):41-49. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-41-49> (In Russ.).]

\* Для корреспонденции: Кончугова Татьяна Венедиктовна, E-mail: [konchugovatv@nmicr.ru](mailto:konchugovatv@nmicr.ru)

Статья получена: 15.03.2023

Статья принята к печати: 02.06.2023

Статья опубликована: 31.08.2023



# Quality of Life Estimate of Patients with Chemotherapy-Induced Distal Polyneuropathy after High-Intensity Pulsed Magnetic Therapy: a Randomized Clinical Study

 Natalya G. Kulikova,  Anatoliy D. Fesyun,  Tatiana V. Konchugova\*,  Detelina B. Kulchitskaya,  Olga V. Yurova,  Alexey E. Kudryavtsev

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

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** The development of peripheral polyneuropathy in cancer patients after chemotherapy has a high prevalence and represents an important medical and social problem. Currently, a number of physiotherapeutic methods are used to treat peripheral polyneuropathy induced by chemotherapy (PPIC).

**AIM.** To study clinical efficacy of high-intensity pulsed magnetic therapy in patients with PPIC according to indicative quality of life indicators.

**MATERIALS AND METHODS.** 90 patients with PPIC were included in the study. The mean age of the patients was  $57.3 \pm 5.3$  years. Two groups were formed by randomization method: control group patients ( $n = 45$ ) received standard drug therapy; main group patients ( $n = 45$ ) received 10 high-intensity pulsed magnetic therapy (HIPMT) procedures every other day against the background of standard therapy. We analyzed clinical complaints, pain syndrome according to VAS, EORTC QLQ-CIPN20 scale scores, and quality of life indicators according to SF-36 questionnaire in patients with PPIC on day 20 after the start of clinical intervention.

**RESULTS.** After the conducted course of high-intensity pulsed magnetic therapy there was a significant increase in the cohort of patients with a lower degree of severity of PPIC, the proportion of patients with PPIC belonging to subgroups 0–1 degree of severity increased by 6.6 % ( $p < 0.01$ ). Initial limb pain syndrome according to the VAS system in patients with PPIC in the main group decreased from  $6.8 \pm 1.2$  to  $2.4 \pm 0.8$  points ( $p < 0.05$ ). In the control group VAS changed from  $7.0 \pm 1.1$  to  $6.3 \pm 0.9$  scores ( $p > 0.05$ ), which was not statistically significant. It was found that inclusion of high-intensity pulsed magnetic therapy in the treatment program allows for more significant positive changes in sensory, motor and autonomous-vegetative manifestations of PPIC. According to the SF-36 scale, statistically significant differences were found in relation to physical functioning in patients of the main group. There was also an improvement in the indicators reflecting the social components of the quality of life in patients who received the course effect of (HIPMT) from 61 [58.6; 64.4] points to 66 [59.7; 70.0] points by 8.2 % ( $p < 0.05$ ). Psychological health in the main group improved by 17.02 % ( $p < 0.01$ ). In the control group, there were no significant shifts on any of the scales ( $p > 0.05$ ).

**CONCLUSION.** The use of the high-intensity pulsed magnetic therapy procedures proved to be highly effective in correcting the main indicators of the quality of life of patients with PPIC.

**KEYWORDS:** peripheral polyneuropathy induced by chemotherapy, high-intensity pulsed magnetic therapy, oncology, quality of life, pain syndrome.

**For citation:** Kulikova N.G., Fesyun A.D., Konchugova T.V., Kulchitskaya D.B., Yurova O.V., Kudryavtsev A.E. Quality of Life Estimate of Patients with Chemotherapy-Induced Distal Polyneuropathy after High-Intensity Pulsed Magnetic Therapy: a Randomized Clinical Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(4):41-49. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-41-49> (In Russ.).

\* **For correspondence:** Tatiana V. Konchugova, E-mail: konchugovatv@nmicrk.ru

**Received:** 15.03.2023

**Accepted:** 02.06.2023

**Published:** 31.08.2023

## ВВЕДЕНИЕ

Официальная медицинская статистика свидетельствует о неуклонном повышении уровня онкологической заболеваемости среди всех слоев населения Российской Федерации, что неизбежно приводит к увеличению числа осложнений после лучевой и химиотерапии [1]. Одним из таких тяжелых осложнений является периферическая полинейропатия, индуцированная химиотерапией (ППИХ), верхних/нижних конечностей у пациентов с онкологическими заболеваниями. Частота развития данного осложнения, по данным разных авторов, варьирует от 10 до 90 % [2]. Статистические исследования по отдельным

регионам России в целом подтверждают общемировой тренд распространенности ППИХ с высоким уровнем инвалидизации [3]. Токсическое воздействие химиотерапевтическими препаратами отмечается, в первую очередь, в отношении тонких сенсорно-аксональных периферических нервных волокон [4–5]. Первые клинические проявления ППИХ у онкологических пациентов развиваются непосредственно на фоне процедур химиотерапии либо после короткого курса приема цитостатических препаратов [6–7]. Клинически ППИХ проявляется болью, нарушением чувствительности на уровне автономных, моторных, сенсорных симптомов, связанных с изменени-

ем температурной, тактильной и болевой чувствительности, включая аллодинию, что отражается на качестве жизни (КЖ) пациентов [8–10].

Наибольшую угрозу представляют тяжелые нейропатии, поскольку они не только значительно ухудшают КЖ пациентов в связи с длительно сохраняющимся неврологическим дефицитом, но и приводят к уменьшению объема моторно-сенсорного обеспечения, что потенциально ухудшает прогноз по выживаемости и ожидаемой продолжительности жизни [11].

На сегодняшний день патогенез ППИХ достоверно неизвестен. Многие авторы предполагают, что большинство цитостатиков вызывают прямое повреждение дистальных отделов аксонов, диффузную или сегментарную демиелинизацию нейронов или дегенерацию их тел. Причем некоторые из препаратов вызывают лишь один вид повреждений периферической нервной системы, в то время как другие могут разрушать периферические нейроны тотально [12].

Встречаются работы, в которых ученые считают, что причиной развития ППИХ являются молекулярные механизмы, такие как: нарушение аксонного транспорта, оксидативный стресс, индукция апоптоза, повреждение ДНК, дисфункция потенциалзависимых ионных каналов [13–16].

ППИХ не только болезненна для пациентов, что ухудшает качество их жизни, но может даже привести к инвалидности со всеми соответствующими социально-экономическими последствиями [17]. На сегодняшний день не существует эффективной стратегии лечения ППИХ, поэтому существует острая необходимость в разработке новых технологий немедикаментозного лечения пациентов с ППИХ.

Встречаются научные исследования, которые доказали, что применение низкочастотной магнитной терапии уменьшает нейропатическую боль у пациентов с ППИХ [18]. Целью другого исследования являлось изучение влияния чрескожной электростимуляции нервов (ЧЭНС) на уменьшение частоты побочных эффектов ППИХ. Результаты исследования показали, что ЧЭНС приводит к уменьшению боли, покалываний, онемения и судорог [19, 20]. В ряде исследований показано, что иглоукалывание эффективно для облегчения головной боли и улучшения качества жизни у пациентов с ППИХ [21, 22].

Одним из перспективных физиотерапевтических методов является высокоинтенсивная импульсная магнит-

ная терапия (ВИМТ), направленная на улучшение функционального состояния невральных структур. Некоторыми авторами была выдвинута гипотеза, что возбуждающие и тормозящие воздействия ВИМТ в комплексной терапии позволят существенно изменить время проведения импульса по периферическому нерву, скорректировать его физиологическое функционирование, снизить или инактивировать болевой синдром, потенцировать восстановление поврежденных нервных тканей в конечностях пациентов с ППИХ [23, 24].

## ЦЕЛЬ

Изучить клиническую эффективность высокоинтенсивной импульсной магнитной терапии у пациентов с ППИХ, по данным индикативных показателей качества жизни.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Средний возраст пациентов, вошедших в исследование, составил  $57,2 \pm 5,3$  года. Общая характеристика пациентов с ППИХ представлена в табл. 1.

**Критерии включения:** мужчины и женщины в возрасте 20–75 лет с III клинической группой диспансерного наблюдения по онкологическому заболеванию (согласно Приказу № 135 от 19.04.1999 МЗ РФ «О совершенствовании системы государственного ракового регистра») с утвержденным диагнозом ППИХ. Критерии невключения пациентов: возраст младше 20 лет и старше 75 лет, наличие I, II или IV группы наблюдения. Критерии исключения: отказ пациента от продолжения участия в исследовании; возникновение или обострение соматических заболеваний у пациента во время исследования, препятствующих продолжению исследования или приводящих к нарушению протокола онкологического лечения; отсутствие информированного согласия.

Интенсивность и частоту возникновения боли, сенсорных/чувствительных нарушений, индикаторов качества жизни оценивали с помощью анкет, заполнявшихся в начале исследования и на 20-й день после начала клинического вмешательства. При проведении научного исследования использовали Международную шкалу-классификатор ВОЗ для оценки степени тяжести периферической полинейропатии; шкалу — EORTC QLQ-CIPN 20 для оценки симптомов периферической полинейропатии; шкалу боли ВАШ.

**Таблица 1.** Общая характеристика пациентов, включенных в исследование (abs, %)

**Table 1.** General characteristics of patients included in the study (abs, %)

Параметры / Parameters	Основная группа / Main group	Контрольная группа / Control group
<b>Пол</b>		
женщины / woman, n (%) /	21 (23,3 %) /	23 (25,5 %) /
мужчины / man, n (%)	24 (26,6 %)	22 (24,6 %)
<b>Возраст, лет / Age, years, M ± SD</b>	56,5 ± 5,7	57,7 ± 5,8
<b>ИМТ, кг/м<sup>2</sup> / BMI, kg/m<sup>2</sup></b>	24,0 ± 4,4	23,9 ± 4,2
<b>М ± SD</b>		
<b>Периферическая полинейропатия / Peripheral polyneuropathy, n (%)</b>	45 (100 %)	45 (100 %)

Динамку индикаторов качества жизни оценивали по данным опросника SF-36, состоящего из 8 шкал через месяц после окончания курса немедикаментозного лечения. Шкалы группируются в два показателя — «физический компонент здоровья» и «психологический компонент здоровья». Физический компонент здоровья (Physical health — PH) включает физическое функционирование (Physical Functioning — PF), отражающее уровень физического состояния. Снижение показателей этой шкалы отражает степень ограничения при выполнении повседневных физических нагрузок; Шкала ролевого функционирования (Role Physical Functioning — RP) направлена на оценку ролевой деятельности при выполнении повседневных обязанностей. Низкие показатели данной шкалы напрямую связаны с ограничением физического состояния пациента. Показатели шкалы интенсивности боли (Bodily pain — BP) отражают степень активности на работе и дома, которая снижается на фоне болевого синдрома. По шкале общего состояния здоровья (General Health — GH) субъективно оценивается состояние здоровья пациента и предполагаемый прогноз болезни.

Психологический компонент здоровья (Mental Health — MH) включает жизненную активность (Vitality — VT). Снижение показателей этой шкалы свидетельствуют о степени сниженной жизненной активности (утомления) пациента. Показатели шкалы социального функционирования (Social Functioning — SF) снижаются при ограничении социальных контактов и снижении уровня взаимосвязи пациента с другими людьми в обществе, в том числе с близкими, коллегами на работе и незнакомыми людьми, в результате падения уровня физического и эмоционального состояния. Шкала ролевого функционирования (Role Emotional — RE) отражает степень эмоционального состояния. В каждой шкале оценка проводится в диапазоне от 0 до 100 баллов, где 100 представляет полное здоровье.

Пациенты были рандомизированы в соотношении 1:1 для получения ВИМП в сочетании с медикаментозной

терапией и только медикаментозной терапии.

Пациентам основной группы с проявлениями ППИХ в области конечностей проводили методику ВИМП, используя 6 режимов, которые плавно менялись один за другим с модуляцией по интенсивности в области конечностей (поочередно). Последовательно в течение 14 минут (по 7 минут на конечность) применяли по 30 секунд — частота 5 Гц и 1 Гц, 4 минуты — 10 Гц, в завершение применяли 2 минуты с частотой 1 Гц. Интенсивность магнитной индукции менялась с первой по четвертую процедуру соответственно: 200 мТл, — 300 мТл, — 400 мТл, и — 500 мТл, с пятой по десятую — 600 мТл. Время воздействия на процедуру — 14 минут, по 7 минут на конечность. На курс 10 процедур, проводимых через день.

Пациенты основной и контрольной группы применяли нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП) в качестве симптоматической терапии.

### РЕЗУЛЬТАТЫ

У большинства пациентов с ППИХ клинические проявления заболевания были представлены болями и парестезиями в нижних конечностях, слабостью мышц конечностей. У 45 % пациентов с ППИХ отмечено искажение/снижение вибрационной чувствительности, у 32,5 % — отсутствие сухожильных рефлексов, у 15,0 % — синдром «крампи», у 6,5 % — мышечная слабость, что согласуется с литературными данными. У 49,5 % пациентов с ППИХ установлена вегетативная дисфункция в виде постуральной гипотензии, головокружений, головной боли, лабильности настроения и др.

По результатам проведенного исследования была выявлена положительная динамика клинической симптоматики у пациентов основной группы, что изменило соотношение пациентов с различной степенью тяжести ППИХ согласно Международной шкале-классификатору ВОЗ (табл. 2).

**Таблица 2.** Распределение пациентов с ППИХ по степени тяжести, согласно Международной шкале-классификации ВОЗ, до/после комплексной методики лечения с применением ВИМП (абс.ч., %)

**Table 2.** Distribution of patients with PPIC by severity, according to the WHO International Classification Scale, before/after complex treatment with the use of HIPMT (abs.h., %)

Степень тяжести / Severity	Основная группа / Main group (n = 45)				Контрольная группа / Control group (n = 45)			
	До лечения / After treatment		После лечения / Before treatment		До лечения After / treatment		После лечения / Before treatment	
	Абс. / Abs	%	Абс. / Abs	%	Абс. / Abs	%	Абс. / Abs	%
0-я степень / degree	12	26,7	13	28,9	12	26,7	12	26,7
1-я степень / degree	17	37,8	19	42,2	16	35,6	16	35,6
2-я степень / degree	9	20,0	7	15,6	9	20,0	9	20,0
3-я степень / degree	5	11,1	4	8,9	5	11,1	5	11,1
4-я степень / degree	2	4,4	2	4,4	3	6,6	3	6,6

После проведенного курса ВИМТ достоверно увеличилась когорта пациентов с более низкой степенью тяжести ППИХ. Так, на 6,6 % увеличилась доля пациентов с ППИХ, входящих в подгруппы 0–1-й степени тяжести ( $p < 0,01$ ). При этом на 6,6 % снизилась доля пациентов 2–3-й подгрупп степени тяжести, что обусловлено переходом пациентов из высокого в более низкий уровень тяжести ( $p < 0,05$ ). При анализе результатов в контрольной группе, не получавшей процедуры ВИМТ, не отмечено достоверных изменений ( $p > 0,05$ ).

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что после курсовой терапии интенсивность болевого синдрома в конечностях по шкале ВАШ у пациентов с ППИХ в основной группе снизилась с  $6,8 \pm 1,2$  до  $2,4 \pm 0,8$  балла ( $p < 0,05$ ), а в контрольной группе с  $7,0 \pm 1,1$  до  $6,3 \pm 0,9$  балла ( $p > 0,05$ ). Следует отметить, что наиболее значимый регресс интенсивности болевого синдрома в конечностях отмечали пациенты с минимальными сроками давности периферической полинейропатии (2–3 месяца).

При изучении сенсорных, моторных и автономно-вегетативных нарушений и связанных с ними неврологических параметров у пациентов с ППИХ был использован опросник EORTC QLQ-CIPN20 (табл. 3).

Установлено, что включение в программу лечения ВИМТ позволяет получить более значимые положительные изменения сенсорных, моторных и автономно-вегетативных проявлений ППИХ.

До курса лечения в ходе анализа качества жизни с помощью опросника SF-36 установлены низкие показатели по таким компонентам, как физическое, социальное, ролевое эмоциональное функционирование, жизнеспособность. Низкие показатели данной шкалы напрямую связаны с ограничением физического состояния пациента и падением уровня эмоционального состояния. Динамика показателей качества жизни у пациентов основной и контрольной групп представлена в табл. 4.

Через месяц после курсового лечения статистически значимые различия выявлены в отношении показателя, отражающего компонент физического функционирования у пациентов основной группы в виде его увеличения на 16,0 % ( $p < 0,05$ ). Также установлено улучшение показателя, свидетельствующего о социальной компоненте качества жизни у пациентов, получивших курсовое воздействие ВИМТ с 61 [58,6; 64,4] баллов до 66 [59,7; 70] баллов на 8,2 % ( $p < 0,05$ ). Психологическое здоровье в основной группе улучшилось на 17,02 % ( $p < 0,01$ ). В контрольной группе не было получено достоверных сдвигов ни по одной из шкал ( $p > 0,05$ ).

## ОБСУЖДЕНИЕ

Периферическая нейропатия, вызванная химиотерапией, является проблемой во всем мире у пациентов, получающих нейротоксичные препараты для лечения рака. ППИХ негативно влияет как на способность пациента осуществлять повседневную деятельность, так и на качество жизни. В связи с вышесказанным на сегодняшний день существует острая необходимость в разработке новых технологий лечения пациентов с данной патологией, в том числе с использованием методов физиотерапии.

Выбор метода ВИМТ для лечения пациентов с ППИХ обоснован выявленными ранее трофики-регенераторным, обезболивающим, мионейростимулирующим эффектами. Доказано, что в основе этих эффектов лежат увеличение скорости обменных процессов, улучшение микроциркуляции и усиление процессов резорбции продуктов распада в очаге воспаления, изменение дисперсности коллоидов и проницаемости клеточных мембран, что способствует снижению отечности, уменьшению воспаления и купированию болевого синдрома.

Было проведено большое количество научных исследований, подтверждающих терапевтическую эффективность ВИМТ при различных заболеваниях перифе-

**Таблица 3.** Динамика сенсорных, моторных и автономно-вегетативных нарушений до/после реабилитации с применением ВИМТ по опроснику EORTC QLQ-CIPN20 (Me [Q<sub>1</sub>; Q<sub>3</sub>])

**Table 3.** Dynamics of sensory, motor and autonomic disorders before/after rehabilitation with the use of (HIPMT) according to the EORTC QLQ-CIPN20 questionnaire (Me [Q<sub>1</sub>; Q<sub>3</sub>])

Жалобы, Баллы / Complaints, points	Основная группа / Main group (n = 45)		Контрольная группа / Control group (n = 45)	
	До лечения / Before treatment	После лечения / After treatment	До лечения / Before treatment	После лечения / After treatment
Сенсорные / Sensory	51 [47; 56]	21 [18; 26]***	50 [46,3; 60]	49 [46; 52]*
Моторные / Motor	14 [11; 16]	5 [4,3; 6,9]**	16 [14,9; 18,6]	12 [10; 14]*
Автономные / Autonomous	38 [36; 42]	28 [26,3; 32,6]**	35 [29; 40]	33 [26; 36]*

**Примечание:** \* —  $p < 0,05$ ; \*\* —  $p < 0,01$  — достоверность различий к показателям до лечения (критерий Вилкоксона), # —  $p < 0,05$ ; ## —  $p < 0,01$  — достоверность различий между группами (критерий Манна — Уитни).

**Note:** \* —  $p < 0.05$ ; \*\* —  $p < 0.01$  — reliability of differences in indicators before treatment (Wilcoxon criterion), # —  $p < 0.05$ ; ## —  $p < 0.01$  — reliability of differences between groups (Mann-Whitney criterion).



**Таблица 4.** Динамика индикативных критериев качества жизни по опроснику SF-36 в исследуемых группах пациентов с ППИХ

**Table 4.** Dynamics of indicative criteria of quality of life according to the SF-36 questionnaire in the studied groups of patients with PPIC

Показатель / Indicator	Основная группа / Main group (n = 45)		Контрольная группа / Control group (n = 45)	
	До лечения / Before treatment	После лечения / After treatment	До лечения / Before treatment	После лечения / After treatment
<b>Физическое функционирование / Physical functioning</b>	50 [47; 54]	58 [55; 64]**	50 [47; 54]	50,2 [46; 58]
<b>Ролевое физическое функционирование / Role-based physical functioning</b>	49,5 [40,5; 55,0]	56 [50,4; 62,0]*	48,5 [40,5; 56,0]	49,6 [39,1; 54,0]
<b>Жизненная активность / Vital activity</b>	45,3 [38,6; 56]	51 [48,8; 60,4] *	45 [39,5; 55,5]	46 [38,6; 56,5]
<b>Общее состояние здоровья / General state of health</b>	48 [44; 53]	41 [33; 47]*	48 [40,8; 55]	47,5 [40,8; 53,0]
<b>Социальное функционирование / Social functioning</b>	61 [58,6; 64,4]	66 [59,7; 70,0]*	61 [58,4; 64,4]	60 [58,5; 64,5]
<b>Ролевое эмоциональное функционирование / Role-based emotional functioning</b>	0,3 [0,25; 0,4]	0,3 [0,4; 0,6]*	0,3 [0,24; 0,43]	0,3 [0,26; 0,43]
<b>Психическое здоровье / Mental health</b>	41,7 [39,5; 54,0]	48,8 [40,5; 54,0]*	41,8 [39; 54]	41,2 [40,0; 42,6]

**Примечание:** \* —  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$  — достоверность различий по отношению к показателям до лечения (критерий Вилкоксона).

**Note:** \* —  $p < 0.05$ , \*\* —  $p < 0.01$  — the reliability of differences in relation to the indicators before treatment (Wilcoxon criterion).

рической нервной системы и опорно-двигательного аппарата. По современным представлениям, обезболивающее действие данного метода может быть связано как с прямым действием на периферическую нервную систему, так и с запуском центральных механизмов управления болью. При периферическом воздействии вследствие активации слабомиелинизированных Аβ- и С-волокон индуцированные электрические токи очень низкой частоты блокируют афферентную импульсацию из болевого очага по механизму периферического «воротного блока». Наряду с купированием болевого синдрома они возбуждают толстые миелинизированные Аα- и Аγ-эфференты и вызывают сокращение иннервируемых ими скелетных мышц. Вследствие центрального влияния активация больших афферентных волокон, вызываемая ВИМП, может вызывать торможение нейронов задних рогов спинного мозга, подавляя таким образом нейроны, которые обычно возбуждаются в ответ на бо-

левые раздражители, а также активировать супраспинальные системы контроля, воздействуя на ноцицептивные нейроны спинного мозга. Было установлено, что увеличение продолжительности воздействия ВИМП может вызывать долгосрочные изменения нейронной активности в первичной и вторичной соматосенсорной коре, благодаря чему возможно управление афферентным стимулом [25].

Результаты проведенного нами исследования с применением ВИМП у пациентов с ППИХ продемонстрировали улучшение их психологического здоровья на 17,02 %. При оценке физической компоненты качества жизни статистически значимые различия выявлены в отношении физического функционирования у пациентов основной группы, при этом у пациентов контрольной группы существенных сдвигов не произошло. Вышеуказанные изменения сопровождались достоверным снижением выраженности болевого синдрома,

коррекцией сенсорных, моторных и автономно-вегетативных нарушений.

Представляется важным, что в ходе исследования не было выявлено побочных эффектов и нежелательных явлений ни в одном случае, что свидетельствует о безопасности разработанной физиотерапевтической методики.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Куликова Наталья Геннадьевна**, доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник отдела физиотерапии и рефлексотерапии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России, заведующая кафедрой физиотерапии.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6895-0681>

**Фесюн Анатолий Дмитриевич**, доктор медицинских наук, профессор кафедры организации здравоохранения и санаторно-курортного дела, и.о. директора ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3097-8889>

**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.

E-mail: [konchugovatv@nmicrk.ru](mailto:konchugovatv@nmicrk.ru);

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

**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>

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

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

### ADDITIONAL INFORMATION

**Natalya G. Kulikova**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Chief Researcher, Department of Rhythotherapy and Reflexology, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6895-0681>

**Anatoliy D. Fesyun**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Department of Healthcare Organization and Health Resorts, Acting Director, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3097-8889>

**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.

E-mail: [konchugovatv@nmicrk.ru](mailto:konchugovatv@nmicrk.ru);

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

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, результаты проведенного исследования свидетельствуют, что ВИМТ является высокоэффективным методом в отношении коррекции основных индикаторов качества жизни пациентов с ППИХ и может быть рекомендован к применению у данной категории пациентов в амбулаторных и стационарных условиях.

**Кудрявцев Алексей Евгеньевич**, аспирант ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5466-5513>

**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: Куликова Н.Г., Кульчицкая Д.Б., Кончугова Т.В., Кудрявцев А.Е. — концепция, дизайн, редакция, статистика, сбор и обработка материала; Фесюн А.Д., Юрова О.В. — обсуждение, выводы, участие в одобрении окончательной версии статьи.

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

**Конфликт интересов.** Фесюн А.Д. — главный редактор журнала «Вестник восстановительной медицины»; Юрова О.В. — заместитель главного редактора журнала «Вестник восстановительной медицины». Остальные авторы заявляют отсутствие 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 на заседании локальным этическим комитетом ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России (протокол № 3 от 24.01.2023).

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

**Detelina B. Kulchitskaya**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Chief Researcher, Department of Rhythotherapy 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 Educational and Scientific Activities, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

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

**Alexey E. Kudryavtsev**, graduate student, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5466-5513>

**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 pub-

lication). Special contributions: Kulikova N.G, Kulchitskaya D.B., Konchugova T.V. — concept, design, editing, statistics, collection and processing of the material; Fesyun A.D., Yurova O.V. — concept, discussion, conclusions, participation in the approval of the final version of the paper.

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

**Disclosure.** Fesyun A.D. — Editor-in-Chief of the Journal «Bulletin of Rehabilitation Medicine»; Yurova O.V. — Deputy Editor-in-Chief of the Journal «Bulletin of Rehabilitation Medicine». Other

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

**Ethics approval.** The study was approved by the Local Ethical Committee of the National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology of the Ministry of Health of Russia, Protocol No 3 dated January, 24, 2023.

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

## Список литературы / References

- Каприна А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В. Злокачественные новообразования в России в 2018 году (заболеваемость и смертность). МНИОИ им. П.А. Герцена, филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России. 2019: 250. [Kaprin A.D., Starinsky V.V., Petrova G.V. Malignant neoplasms in Russia in 2018 (morbidity and mortality). P.A. Herzen Institute of Medical Research, branch of the Federal State Budgetary Institution "NMC of Radiology" of the Ministry of Health of Russia. 2019: 250. (In Russ.)]
- Cavaletti G., Marmiroli P. Chemotherapy-induced peripheral neurotoxicity. *Natural Review Neurology*. 2010; 6(12): 657-666. <https://doi.org/10.1038/nrneuro.2010.160>
- Хамурзоева С.Ш., Куликова Н.Г. Пути снижения инвалидности у лиц трудоспособного возраста. Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2013; 1.6(1): 29–31 [Khamurzoeva S.Sh., Kulikova N.G. Ways to reduce disability in people of working age. *Problems of Social Hygiene, Health Care and the History of Medicine*. 2013; 1.6(1): 29–31. (In Russ.)]
- Molassiotis A., Cheng H.L., Lopez V. Are we mis-estimating chemotherapy-induced peripheral neuropathy? Analysis of assessment methodologies from a prospective, multinational, longitudinal cohort study of patients receiving neurotoxic chemotherapy. *BMC Cancer*. 2019; 19(1): 132.
- Eldridge S., Guo L., Hamre J. A Comparative Review of Chemotherapy-Induce Peripheral Neuropathy in vivo and in vitro Models. *Toxicologic Pathology*. 2020; 48(1): 190–201. <https://doi.org/10.1177/0192623319861937>
- Cavaletti G., Marmiroli P. Chemotherapy-induced peripheral neuro toxicity. *Current Opinion Neurology*. 2015; 28(5): 500–507. <https://doi.org/10.1097/WCO.0000000000000234>
- Staff N.P., Grisold A., Grisold W., Windebank A.J. Chemotherapy-induced peripheral neuropathy: A current review. *Annals Neurology*. 2017; 81(6): 772–781. <https://doi.org/10.1002/ana.24951>
- Холодова Н.Б., Понкратова Ю.А., Синкин М.В. Клинические и электронейромиографические особенности постхимиотерапевтической полинейропатии. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2017; 117(9):59–66. <https://doi.org/10.17116/jnevro20171179159-66> [Kholodova N.B., Ponkratova Yu.A., Sinkin M.V. Clinical and electroneuromyographic features of postchemotherapeutic polyneuropathy. *Zhurnal Nevrologii i Psikiatrii imeni S.S. Korsakova*. 2017; 117(9): 59–66. <https://doi.org/10.17116/jnevro20171179159-66> (In Russ.)]
- Аль-Замиль М.Х., Куликова Н.Г., Миненко И.А., Васильева Е.С. Прямая транскожная электронейростимуляция при лечении патологий периферической нервной системы. Физиотерапевт. 2020; 3: 57–69. <https://doi.org/10.33920/med-14-2006-07> [Al-Zamil M.Kh., Kulikova N.G., Minenko I.A., Vasilyeva E.S. Direct transcutaneous electrical neurostimulation in the treatment of pathologies of the peripheral nervous system. *Physiotherapist*. 2020; 3: 57–69. <https://doi.org/10.33920/med-14-2006-07> (In Russ.)]
- Kulikova N.G., Konchugova T.V., Fesyun A.D. et al. Analgesic effects of high-frequency and low-frequency TENS currents in patients with distal neuropathy. *European Journal of Translation Myology*. 2022; 14. <https://doi.org/10.4081/ejtm.2022.10687>
- Золотовская И.А., Давыдкин И.Л., Локштанова Т.М. и др. Клинические проявления полинейропатии у онкологических больных на фоне химиотерапии и возможность их фармакокоррекции (результаты наблюдательной программы Посейдон). Архив внутренней медицины. 2018; 2: 37–144. [Zolotovskaya I.A., Davydkin I.L., Lokshtanova T.M. et al. Clinical manifestations of polyneuropathy in cancer patients on the background of chemotherapy and the possibility of their pharmacocorrection (results of the observational program Posaidon). *Archives of Internal Medicine*. 2018; 2: 37–144. (In Russ.)]
- Семенова А.И. Кардио- и нейротоксичность противоопухолевых препаратов (патогенез, клиника, профилактика, лечение) Практическая онкология. 2009; 10(3): 168–176. [Semenova A.I. Cardio- and neurotoxicity of antitumoral drugs (pathogenesis, clinic, prevention, treatment). *The journal Practical oncology*. 2009; 10(3): 168–176. (In Russ.)]
- LaPointe N.E., Morfini G., Brady S.T., Feinstein S.C. et al. Effects of eribulin, vincristine, paclitaxel and ixabepilone on fast axonal transport and kinesin-1 driven microtubule gliding: implications for chemotherapy-induced peripheral neuropathy. *Neurotoxicology*. 2013; 37(1): 231–239. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2013.05.008>
- Lee J.J., Swain S.M. Peripheral neuropathy induced by microtubule-stabilizing agents. *Journal of Clinical Oncology*. 2006; 24(10): 1633–1642. <https://doi.org/10.1200/JCO.2005.04.0543>
- Krärup-Hansen A., Rietz B., Krärup C. et al. Histology and platinum content of sensory ganglia and sural nerves in patients treated with cisplatin and carboplatin: an autopsy study. *Neuropathology Applied Neurobiology*. 1999; 25(1): 29–40. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2990.1999.00160.x>
- Smith E.M., Pang H., Cirrincione C. et al. Alliance for Clinical Trials in Oncology. Effect of duloxetine on pain, function, and quality of life among patients with chemotherapy induced painful peripheral neuropathy: a randomized clinical trial. *JAMA*. 2013; 309(13): 1359–1367. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.2813>
- Hershman D.L., Lacchetti C., Dworkin R.H. et al. Prevention and management of chemotherapy-induced peripheral neuropathy in survivors of adult cancers: American Society of Clinical Oncology clinical practice guideline. *Journal of Clinical Oncology*. 2014; 32: 1941–1967. <https://doi.org/10.1200/JCO.2013.54.0914>
- Geiger G., Mikus E., Dertinger H., Rick O. Low frequency magnetic field therapy in patients with cytostatic-induced polyneuropathy: a phase II pilot study. *Bioelectromagnetics*. 2015; 36(3/4): 251–254. <https://doi.org/10.1002/bem.21897>
- Gewandter J.S., Chaudari J., Iberbu C., Kitt R.A. Wireless transcutaneous electrical nerve stimulation device for chemotherapy-induced peripheral neuropathy: an open-label feasibility study. *Support Care Cancer*. 2019; 27(5): 1765–1774. <https://doi.org/10.1007/s00520-018-4424-6>
- Куликова Н.Г., Кончугова Т.В., Астахова К.А. и др. Показатели биоэлектрической активности головного мозга у больных с дистальной полинейропатией после применения транскожных методов электронейростимуляции срединных нервов. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2021; 98:3(2): 108–109. [Kulikova N.G., Konchugova T.V., Astakhova K.A. et al. Indicators

- of bioelectrical activity of the brain in patients with distal polyneuropathy after the use of transcutaneous methods of electrical neurostimulation of the median nerves. *Voprosy kurortologii, fizioterapii, i lechebnoi fizicheskoi kultury*. 2021; 98:3(2): 108–109. (In Russ.)
21. Lu W. et al., Acupuncture for Chemotherapy-Induced Peripheral Neuropathy in Breast Cancer Survivors: A Randomized Controlled Pilot Trial *Oncologist*, 2020; 25(4): 310–318. <https://doi.org/10.1634/theoncologist.2019-0489>
  22. Li K, Giustini D, Seely D. A systematic review of acupuncture for chemotherapy-induced peripheral neuropathy. *Curr Oncol*. 2019; 26(2): 147–154. <https://doi.org/10.3747/co.26.4261>
  23. Живолупов С.А., Рашидов Н.А., Михайленко А.А. и др. Магнитная стимуляция в неврологии (теоретические основы, диагностические возможности, терапевтическая эффективность). *Вестник Российской военно-медицинской академии*. 2011;1 (33): 215–221 [Zhivolupov S.A., Rashidov N.A., Mikhailenko A.A. et al. Magnetic stimulation in neurology (theoretical foundations, diagnostic capabilities, therapeutic efficacy). *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2011; 1(33): 215–221. (In Russ.)]
  24. Rick O., von Hehn U., Mikus E. et al. Magnetic field therapy in patients with cytostatics-induced polyneuropathy: A prospective randomized placebo-controlled phase-III study. *Bioelectromagnetics*. 2017; 38(2): 85–94. <https://doi.org/10.1002/bem.22005>
  25. Научно-практическое руководство для врачей «Санаторно-курортное лечение» / Под общей редакцией А.Д. Фесюна. Т. 1. Основы санаторно-курортного лечения. *Реновация*, 2022. 496: 182–183. [Nauchno-prakticheskoe rukovodstvo dlya vrachej «Sanatarno-kurortnoe lechenie» / Pod obshchej redakciej A.D. Fesyun. Tom 1. Osnovy sanatarno-kurortnogo lecheniya. *Renovaciya*, 2022. 496: 182–183. (In Russ.)]



## Применение метода периферической сакральной магнитной стимуляции у пациентов с идиопатическим гиперактивным мочевым пузырем: одиночное слепое проспективное рандомизированное сравнительное клиническое исследование

ИД Бородулина И.В.<sup>1,\*</sup>, ИД Ковалев Г.В.<sup>2</sup>, ИД Лабетов И.А.<sup>2</sup>, ИД Волкова О.В.<sup>2</sup>, ИД Шкарупа Д.Д.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург, Россия

### РЕЗЮМЕ

**ВВЕДЕНИЕ.** Гиперактивный мочевой пузырь (ГАМП) — это симптомокомплекс, включающий в себя urgency, учащенное мочеиспускание, императивное недержание мочи и ноктурию. Идиопатическая форма ГАМП связана с дисфункцией передачи сенсорного сигнала на уровне периферических и центральных отделов нервной системы, что приводит к гиперсенсорности мочевого пузыря. Низкий уровень приверженности пациентов к лекарственной терапии ГАМП и высокий уровень отказа от приема препаратов подчеркивают актуальность поиска новых эффективных методов воздействия на нижние мочевые пути. Магнитная стимуляция (МС) является перспективным немедикаментозным методом лечения дисфункции нижних мочевых путей.

**ЦЕЛЬ.** Изучить эффективность и безопасность метода сакральной МС у женщин с идиопатической детрузорной гиперактивностью (ДГ) и симптомами ГАМП.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** В одиночное слепое проспективное рандомизированное сравнительное исследование включены 55 пациентов женского пола с уродинамически подтвержденной идиопатической ДГ. Пациентки были разделены методом простой рандомизации на основную группу ( $n = 29$ ), получавшую в течение 5 недель 3 раза в неделю МС с частотой 5 Гц на область сакральных корешков (S2–S4), и группу плацебо ( $n = 26$ ), в которой проводилась имитация стимуляции.

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.** Проведенное исследование выявило, что сакральная МС достоверно эффективна в отношении клинических симптомов ГАМП при идиопатической ДГ. Динамика клинических симптомов подтверждается изменением уродинамических параметров. Эффект сакральной МС достоверно превосходит плацебо. МС является безопасной процедурой и хорошо переносится пациентами.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Метод сакральной МС, эффективность которого доказана в сравнении с плацебо, рекомендуется включать в схему терапии пациентов с идиопатической формой ГАМП. Механизм действия сакральной МС связан с активацией симпатических и ингибированием парасимпатических влияний, а также изменением супраспинального контроля и церебральной активности.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** гиперактивный мочевой пузырь, сакральная магнитная стимуляция, недержание мочи, идиопатическая детрузорная гиперактивность.

**Для цитирования / For citation:** Бородулина И.В., Ковалев Г.В., Лабетов И.А., Волкова О.В., Шкарупа Д.Д. Применение метода периферической сакральной магнитной стимуляции у пациентов с идиопатическим гиперактивным мочевым пузырем: одиночное слепое проспективное рандомизированное сравнительное клиническое исследование. Вестник восстановительной медицины. 2023; 22(4):50-59. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-50-59> [Borodulina I.V., Kovalev G.V., Labetov I.A., Volkova O.V., Shkarupa D.D. Peripheral Sacral Magnetic Stimulation in Patients with Idiopathic Overactive Bladder: a Single Blind Prospective Randomized Comparative Clinical Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(4):50-59. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-50-59> (In Russ.).]

\* Для корреспонденции: Бородулина Ирина Владимировна, E-mail: [irina.borodulina@gmail.com](mailto:irina.borodulina@gmail.com), [borodulinaiv@rmapo.ru](mailto:borodulinaiv@rmapo.ru)

Статья получена: 08.06.2023

Статья принята к печати: 11.08.2023

Статья опубликована: 31.08.2023

# Peripheral Sacral Magnetic Stimulation in Patients with Idiopathic Overactive Bladder: a Single Blind Prospective Randomized Comparative Clinical Study

 Irina V. Borodulina<sup>1,\*</sup>,  Gleb V. Kovalev<sup>2</sup>,  Ivan A. Labetov<sup>2</sup>,  Olga V. Volkova<sup>2</sup>,  
 Dmitry D. Shkarupa<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Russian Medical Academy of Continuing Postgraduate Education of the Ministry of Health of Russian Federation, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Saint Petersburg State University, St Petersburg, Russia

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** Overactive bladder (OAB) is a symptom complex that includes urgency, frequent urination, imperative urinary incontinence and nocturia. The idiopathic form of OAB is associated with dysfunction of sensory signal transmission at the level of the peripheral and central nervous system, which leads to bladder hypersensitivity. The low level of patients' compliance to OAB drug therapy and the high level of refusal to take drugs emphasize the urgency of finding new effective methods of influencing the lower urinary tract. Magnetic stimulation (MS) is a non-drug treatment for lower urinary tract dysfunction.

**AIM.** To study the efficacy and safety of the sacral MS method in women with idiopathic detrusor overactivity (DO) and OAB symptoms.

**MATERIALS AND METHODS.** A single blind prospective randomized comparative study included 55 female patients with urodynamically confirmed idiopathic DO. The patients were divided by simple randomization into the main group ( $n = 29$ ), which received MS 3 times a week for 5 weeks with a frequency of 5 Hz per sacral root area (S2–S4), and the placebo group ( $n = 26$ ), in which sham stimulation was performed.

**RESULTS AND DISCUSSION.** The study revealed that sacral MS is reliably effective against the clinical symptoms of OAB in idiopathic DO. The dynamics of clinical symptoms is confirmed by changes in urodynamic parameters. The effect of sacral MS significantly exceeds placebo. MS is a safe procedure and is well tolerated by patients.

**CONCLUSION.** The sacral MS method, the effectiveness of which has been proven in comparison with placebo, is recommended to be included in the treatment regimen of patients with idiopathic OAB. The mechanism of action of sacral MS is associated with the activation of sympathetic and inhibition of parasympathetic influences, as well as changes in supraspinal control and cerebral activity.

**KEYWORDS:** overactive bladder, sacral magnetic stimulation, urinary incontinence, idiopathic detrusor overactivity.

**For citation:** Borodulina I.V., Kovalev G.V., Labetov I.A., Volkova O.V., Shkarupa D.D. Peripheral Sacral Magnetic Stimulation in Patients with Idiopathic Overactive Bladder: a Single Blind Prospective Randomized Comparative Clinical Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(4):50-59. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-50-59> (In Russ.).

\* **For correspondence:** Irina V. Borodulina, E-mail: [irina.borodulina@gmail.com](mailto:irina.borodulina@gmail.com), [borodulinaiv@mapo.ru](mailto:borodulinaiv@mapo.ru)

**Received:** 08.06.2023

**Accepted:** 11.08.2023

**Published:** 31.08.2023

## ВВЕДЕНИЕ

Гиперактивный мочевого пузыря (ГАМП) — это симптомокомплекс, включающий в себя urgency (императивный позыв на мочеиспускание), учащенное мочеиспускание, императивное недержание мочи и nocturia [1]. Существует множество этиологических факторов развития данной патологии, и универсального патогенетического лечения для нее на данный момент не разработано. ГАМП является клиническим состоянием, подразумевающим наличие вышеуказанных симптомов у пациента, при этом, согласно предложенной терминологии ICS (International Continence Society, Международное общество по исследованию проблем недержания мочи), патофизиологической основой, выявляемой в ходе комплексного уродинамического исследования (КУДИ), может выступать детрузорная гиперрефлексия (при нали-

чии неврологического заболевания как этиологического фактора) или детрузорная гиперактивность, ДГ (в случае отсутствия неврологической или какой-либо другой причины, объясняющей развитие патологии) [2, 3]. Однако только у 50 % пациентов с симптомами ГАМП в ходе КУДИ может быть выявлена гиперактивность детрузора [4].

Идиопатическая форма ГАМП, как считают исследователи, связана с дисфункцией передачи сенсорного сигнала на уровне периферических и центральных отделов нервной системы, что приводит к гиперсенсорности мочевого пузыря [5–8]. По данным литературы, наиболее часто идиопатический ГАМП встречается у женщин [9]. Установлено, что сенсорная информация от мочевого пузыря передается по тазовым и гипогастральным нервам, в то время как от шейки мочевого пузыря и мочеиспускательного канала сигнал передается по половым

и гипогастральным нервам [10, 11]. Аfferентные компоненты этих нервов состоят из миелинизированных (Аδ) и немиелинизированных С-аксонов. Имеются данные, что при ГАМП основная роль в проведении сенсорной информации от мочевого пузыря в спинной мозг переходит от Аδ-волокон к неактивным в норме С-волокам [12]. На уровне спинного мозга центрами — «коллекторами» чувствительной информации являются ядра Онуфа (половой нерв), сакрального центра мочеиспускания (тазовый нерв), расположенные в сегментах S2–S4, и интермедии-олатеральные ядра боковых рогов (гипогастральный нерв) груднопоясничного перехода (Th10–L1). Нейроны спинальных центров связаны между собой и вышележащими управляющими структурами головного мозга с помощью проекционных связей [13].

В современных руководствах предлагается линейный путь коррекции данной патологии, основанный исключительно на степени инвазивности мероприятия (физиотерапевтическое лечение и поведенческая терапия, прием медикаментозной терапии, минимально-инвазивные процедуры и хирургическое лечение). Тем не менее низкий уровень приверженности пациентов к лекарственной терапии и высокий уровень отказа от приема препаратов в связи с развивающимися нежелательными явлениями и неоднозначные результаты проведенных клинических исследований, сравнивающих исходы хирургического лечения, подчеркивают актуальность поиска новых эффективных методов воздействия на нижние мочевые пути [14–17].

Среди перспективных методов неинвазивного физиотерапевтического воздействия значительное распространение получила магнитная стимуляция (МС), представляющая собой воздействие импульсным магнитным полем различной интенсивности [18–20]. Эффективное применение в современной практике МС как в виде транскраниальных, так и периферических методик стало возможным благодаря специально сконструированным магнитным стимуляторам, которые представляют собой генератор сильноточных импульсов, способных создавать разрядный ток до нескольких тысяч ампер, который, попадая на стимулирующий индуктор, преобразуется в короткий магнитный импульс с интенсивностью поля в несколько Тесла. В настоящее время многочисленные опубликованные данные свидетельствуют о несомненном влиянии МС на функцию нижних мочевых путей (НМП) [10, 21–30]. При этом эффективность МС продемонстрирована при различных вариантах ирритативных нарушений мочеиспускания (симптомы ГАМП, императивное, стрессовое, смешанное недержание мочи), в то время как данные применения МС при гипотонии и атонии мочевого пузыря, сопровождающихся задержкой мочи, весьма немногочисленны и противоречивы, что не позволяет рекомендовать методику в терапии этих форм дисфункции НМП [31, 32]. В нейроурологической практике в качестве мишени для воздействия используется область тазового дна (для данной методики часто используется термин «экстракорпоральная магнитная стимуляция») и проекция выхода сакральных корешков (сакральная или трансвертебральная МС). И в том, и в другом случае предполагаемым механизмом действия является стимуляция аfferентных волокон тазового и полового нерва, что приводит к активации симпатических влияний и по-

давлению парасимпатических [10]. Однако в доступных источниках, проанализированных коллективом авторов, имеются единичные публикации о возможности применения МС при идиопатической форме ГАМП [33, 34]. В связи с этим актуальным представляется изучение эффективности и безопасности сакральной МС при идиопатическом ГАМП и детрузорной гиперактивности.

## ЦЕЛЬ

Изучить эффективность и безопасность метода сакральной МС у женщин с идиопатической детрузорной гиперактивностью и симптомами ГАМП.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

### Дизайн исследования

Проведено одиночное слепое проспективное рандомизированное сравнительное исследование. В исследование включены 55 пациентов женского пола в возрасте от 32 до 76 лет (средний возраст составил  $43 \pm 14$  лет). Данное исследование было одобрено этическим комитетом Санкт-Петербургского государственного университета (СПбГУ) № 05/02 от 05.02.2019. Перед началом исследования было получено информированное согласие у каждой пациентки на участие согласно Хельсинкской декларации. Протокол дизайна исследования зарегистрирован на ClinicalTrials.gov под номером NCT04578899.

### Критерии включения

Женский пол; возраст старше 18 лет; наличие симптомов ГАМП (ургентность, учащенное мочеиспускание, императивное недержание мочи и ноктурия); уродинамически подтвержденная идиопатическая детрузорная гиперактивность; подписанное информированное согласие.

### Критерии исключения

Наличие металлических имплантов с высокой электропроводностью; наличие электронных имплантированных устройств, управляющих физиологическими функциями организма, в зоне воздействия; эпилептические приступы в анамнезе; прием медикаментов, способных спровоцировать судорожный приступ; беременность; текущие опухолевые процессы в малом тазу или анамнестическое указание на них; наличие подтвержденной неврологической патологии, которая могла бы быть причиной нарушения функции НМП; инфекционные процессы в малом тазу; соматическая патология в стадии декомпенсации; пролапс органов малого таза (II–IV стадии по системе количественной оценки пролапса тазовых органов POP-Q); отказ подписать информированное согласие; одновременное применение других физиотерапевтических методов воздействия.

### Критерии исключения

Развитие в процессе исследования серьезных нежелательных явлений на фоне воздействия МС; развитие в ходе исследования состояний, ассоциирующихся с критериями невключения; добровольный отказ пациентки от дальнейшего участия в исследовании.

Для оценки ритма мочеиспускания и выявления симптомов ГАМП до включения в исследование пациентки заполняли дневник мочеиспускания, валидизированный

для русскоязычной популяции опросник «Шкала симптомов ГАМП» (OAB q-SF/Overactive Bladder questionnaire Short Form) и опросник по оценке влияния на качество жизни недержания мочи ICIQ-SF. Дневник мочеиспускания является достаточно простым и информативным диагностическим методом, который применяется во многих исследовательских работах для оценки динамики симптомов. В данном исследовании пациентки заполняли его в течение 72 часов и отмечали следующие параметры: время мочеиспускания, эпизоды недержания мочи и/или императивные позывы, количество использованных прокладок, а также количество выпитой жидкости. Шкала симптомов ГАМП, предложенная в 2015 г., может использоваться для дифференциальной диагностики типов недержания мочи и оценки эффективности лечения [35]. Опросник состоит из 6 вопросов и оценивает, насколько указанные симптомы расстройства мочеиспускания беспокоили пациента за последние 4 недели, при этом большее количество выбранных баллов соответствует худшему состоянию. Опросник ICIQ-SF, предложенный обществом ICS, оценивает влияние недержания мочи на качество жизни пациентов. Полученные на его основании результаты интерпретируются следующим образом: 0 баллов — незначительная степень недержания мочи; 1–5 баллов — легкая степень недержания мочи; 6–12 баллов — средняя степень недержания мочи; 13–18 баллов — тяжелая степень недержания мочи; 19–21 балл — очень тяжелая степень недержания мочи [36].

После заполнения диагностических опросников пациенткам проводилось уродинамическое исследование: устанавливались уродинамические катетеры (Laborie, Канада) 8 Fr в мочевого пузыря и 10 Fr во влагалище. Фазовая гиперактивность детрузора и терминальная гиперактивность детрузора определялись как подъемы детрузорного давления (Pdet) в фазу накопления [11]. Также определялась максимальная цистометрическая емкость (объем, при котором пациент чувствует сильный позыв и больше не может откладывать мочеиспускание), максимальная и средняя скорости потока мочи ( $Q_{max}$  и  $Q_{average}$  соответственно), остаточный объем мочи, емкость мочевого пузыря при первом ощущении, первом позыве и сильном позыве на мочеиспускание и давление, создаваемое детрузором в момент достижения максимальной скорости мочеиспускания (PdetQmax).

После скрининга и соответствия критериям включения пациентки были рандомизированы в две группы: основную группу 1 ( $n = 29$ ) и группу плацебо 2 ( $n = 26$ ). Скрытое распределение пациенток осуществлялось с использованием последовательно пронумерованных запечатанных непрозрачных конвертов, содержащих цифровой код пациента. В исследовании был применен одиночный слепой метод, вследствие чего пациентки были лишены информации о полученном лечении (стимуляция/плацебо).

Испытуемым группы 1 (группа активного лечения) проводилась магнитная стимуляция в области сакральных корешков спинного мозга одновременно с двух сторон (проекция выхода корешков S2–S4) на аппарате «Нейро МС/Д Расширенный Терапевтический» (ООО «Нейрософт», Россия) непрерывно с частотой 5 Гц, длительностью 20 минут 3 раза в неделю на протяжении 5 недель (общее количество процедур — 15), интенсивность подбиралась индивидуально, по ощущениям комфортной

переносимости. Для процедур использовался магнитный индуктор в форме восьмерки (индуктор двойной охлаждаемый ИД-02-100-О, 100 мм). В группе 2 (плацебо) применялся протокол лечения «Плацебо», предусмотренный техническими характеристиками магнитного стимулятора, с применением индуктора-плацебо в форме восьмерки (индуктор двойной ИД-02-100-П, 100 мм — placebo). Протокол стимуляции был аналогичным таковому в группе активного лечения, при этом имитация работы прибора достигалась за счет звукового эффекта («щелчка»), который слышали пациентки. Пациентки не были осведомлены о том, в какую группу лечения они распределены согласно процедуре одиночного ослепления.

Оценка результатов лечения производилась после окончания полного курса, через 5 недель. Пациентки заполняли опросники (дневник мочеиспускания, шкалу симптомов ГАМП, опросник ICIQ-SF) и проходили контрольное уродинамическое исследование. Кроме оценки указанных параметров, производили подсчет количества пациенток с паттернами фазовой, терминальной и стрессиндуцированной ДГ до и после лечения.

Количественные признаки описывались как медиана и межквартильное расстояние. Для описания качественных признаков использовали абсолютные значения ( $n$ ) и проценты (%). При сравнении групп использовался непараметрический критерий рангов Вилкоксона — Манна — Уитни. Анализ качественных признаков производился при помощи таблиц сопряженности и критерия Хи-квадрат Пирсона. В случае если не выполнялось допущение об ожидаемых значениях хотя бы в одной ячейке таблицы сопряженности, использовался точный критерий Фишера. Уровень значимости для всех тестов был установлен как «0,05». Вычисления были произведены с использованием языка программирования R версии 4.1.3 в интерактивной среде Rstudio.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исследование завершили пациентки всех групп: основной ( $n = 29$ ) и плацебо ( $n = 26$ ). Ни у кого из испытуемых не было зафиксировано нежелательных явлений, которые могли бы послужить прекращением проводимой терапии. При анализе исходных характеристик пациентки обеих групп были сопоставимы по клиническим параметрам и возрасту.

Оценка эффективности проводимой терапии основывалась на динамике балльной оценки по диагностическим шкалам ГАМП, ICIQ-SF, параметров дневника мочеиспускания и КУДИ. Первичной конечной точкой служила динамика частоты дневных мочеиспусканий по дневнику мочеиспускания после завершения курса терапии по отношению к исходному уровню. Вторичными конечными точками служили динамика по шкале симптомов ГАМП, опроснику ICIQ-SF и дневнику мочеиспускания (данные представлены в табл. 1). Анализ клинических симптомов показал, что в группе пациенток, получавших магнитную стимуляцию, наблюдался отчетливый, статистически значимый терапевтический эффект по всем методам оценки, при этом в группе плацебо динамика была недостоверной. Полученные результаты демонстрируют достижение заявленной первичной конечной точки и вторичных точек, что доказывает эффективность периферической магнитной стимуляции в сравнении с плацебо.



**Таблица 1.** Динамика по шкале симптомов ГАМП, ICIQ-SF и дневнику мочеиспускания в основной и плацебо группах на фоне терапии

**Table 1.** Dynamics of OAB q-SF, ICIQ-SF scales and urination diary in the main and placebo groups before and after treatment

Характеристика	Пациентки основной группы (n = 29)		Уровень значимости p	Пациентки группы плацебо (n = 26)		Уровень значимости p
	До <sup>1</sup>	После <sup>1</sup>		До <sup>1</sup>	После <sup>1</sup>	
Шкала симптомов ГАМП (OAB q-SF), баллы	24 [22; 30]	11 [6; 15]	< 0,001	13 [12; 14]	16 [13; 18]	0,2
Количество мочеиспусканий днем	14 [13; 16]	9 [8; 11]	< 0,001	15 [13; 17]	16 [13; 16]	> 0,9
Количество используемых прокладок/сутки	2 [2; 4]	2 [2; 3]	0,025	4 [2; 4]	3 [2; 3]	0,4
Эпизоды ургентного недержания, количество/сутки	5 [5; 6]	4 [3; 4]	< 0,001	5 [4; 5]	5 [4; 6]	> 0,9
Количество эпизодов ноктурии	4 [3; 4]	2 [1; 2]	< 0,001	3 [2; 4]	2 [1; 3]	0,3
Опросник недержания мочи ICIQ-SF, баллы	16 [12; 18]	9 [8; 10]	< 0,001	13 [12; 14]	16 [13; 18]	0,2

**Примечание:**<sup>1</sup> Данные представлены в виде медианы и межквартильного расстояния (Median [1stQ; 3rdQ]); анализ внутригрупповых различий произведен по критерию Вилкоксона.

**Note:**<sup>1</sup> The data is presented in the form of median and interquartile range (Median [1stQ; 3rdQ]); the analysis of intra-group differences was carried out according to the Wilcoxon criterion.

При анализе межгруппового сравнения полученных данных (табл. 2) отмечается статистически значимая достоверность различий по большинству параметров, что доказывает терапевтическое превосходство магнитной стимуляции над плацебо в отношении симптомокомплекса ГАМП при идиопатической детрузорной гиперактивности.

При оценке результатов, полученных в ходе уродинамического исследования, в группе, получавшей магнитную стимуляцию, отмечено статистически достоверное увеличение емкости при первом ощущении (p = 0,008) и максимальной цистометрической емкости мочевого пузыря (p < 0,001); по остальным параметрам также

**Таблица 2.** Сравнительный анализ результатов лечения между группами по шкале симптомов ГАМП, ICIQ-SF и дневнику мочеиспускания

**Table 2.** Comparative analysis of treatment results between groups measured using OAB q-SF, ICIQ-SF scales and urination diary

Характеристика	Основная группа (n = 29) <sup>1</sup>	Группа плацебо (n = 26) <sup>1</sup>	Уровень значимости p
Опросник недержания мочи ICIQ-SF, баллы	9 [8; 10]	16 [13; 18]	< 0,001
Количество мочеиспусканий днем	9 [8; 11]	16 [13; 16]	< 0,001
Количество используемых прокладок/сутки	2 [2; 3]	3 [2; 3]	0,2
Эпизоды ургентного недержания, кол-во/сутки	4 [3; 4]	5 [4; 6]	0,037
Шкала симптомов ГАМП (OAB q-SF), баллы	11 [6; 15]	23 [21; 26]	< 0,001
Количество эпизодов ноктурии	2 [1; 2]	2 [1; 3]	0,4

**Примечание:**<sup>1</sup> Данные представлены в виде медианы и межквартильного расстояния (Median [1stQ; 3rdQ]). Анализ межгрупповых различий произведен по критерию Манна — Уитни.

**Note:**<sup>1</sup> The data is presented in the form of median and interquartile range (Median [1stQ;3rdQ]). The analysis of intra-group differences was carried out according to the Mann-Whitney criterion.

**Таблица 3.** Изменение уродинамических параметров в основной и плацебо группах на фоне терапии  
**Table 3.** Changes in urodynamic parameters in the main and placebo groups before and after treatment

Характеристика	Пациентки основной группы (n = 29)		Уровень значимости P	Пациентки группы плацебо (n = 26)		Уровень значимости P
	До <sup>1</sup>	После <sup>1</sup>		До <sup>1</sup>	После <sup>1</sup>	
Максимальная цистометрическая емкость, мл	266 [160; 300]	390 [280; 440]	< 0,001	282 [240; 338]	290 [259; 392]	0,5
Максимальная скорость потока мочи, мл/с	23 [19; 26]	23 [20; 26]	0,8	23 [18; 28]	24 [18; 28]	> 0,9
Средняя скорость потока мочи, мл/с	10 [6; 12]	12 [9; 14]	0,2	10 [7; 14]	11 [8; 14]	0,6
Остаточный объем мочи, мл	0 [0; 20]	0 [0; 10]	0,12	0 [0; 11]	0 [0; 0]	0,6
Максимальное давление детрузора, см вод. ст.	41 [32; 47]	34 [29; 39]	0,053	27 [24; 32]	28 [20; 31]	> 0,9
Давление детрузора в момент достижения Qmax, см вод. ст.	26 [19; 31]	23 [19; 29]	0,4	30 [21; 35]	28 [19; 37]	> 0,9
Емкость мочевого пузыря при первом ощущении позыва, мл	81 [63; 112]	112 [94; 123]	0,008	105 [59; 130]	114 [70; 138]	0,8
Емкость мочевого пузыря при первом позыве, мл	130 [120; 160]	139 [128; 169]	0,2	186 [152; 202]	200 [161; 225]	0,5
Емкость мочевого пузыря при сильном позыве на мочеиспускание, мл	197 [160; 233]	230 [190; 302]	0,4	215 [195; 307]	239 [208; 341]	0,5

**Примечание:** <sup>1</sup> Данные представлены в виде медианы и межквартильного расстояния (Median [1stQ; 3rdQ]); анализ внутригрупповых различий произведен по критерию Вилкоксона.

**Note:** <sup>1</sup> The data is presented in the form of median and interquartile range (Median [1stQ; 3rdQ]); the analysis of intra-group differences was carried out according to the Wilcoxon criterion.

зафиксирована положительная динамика, в том числе регресс объема остаточной мочи и снижение уровня повышенного внутрипузырного давления, однако она была ниже уровня статистической значимости (табл. 3). В группе пациенток, получавших плацебо-стимуляцию, по анализу медиан изменения были незначительными, ни один из параметров не был достоверным. Также при межгрупповом сравнении (табл. 4) отмечались статистически значимые различия в динамике показателей емкости мочевого пузыря при первом позыве и максимальном давлении детрузора ( $p = 0,017$  и  $p = 0,02$  соответственно).

При анализе количества пациенток с паттернами фазовой, терминальной и стресс-индуцированной ДГ до и после лечения в обеих группах наблюдалась тенденция к уменьшению доли испытуемых с выявляемой в ходе КУДИ гиперактивностью, однако статистической достовер-

ности динамики параметра не отмечалось ни при внутригрупповом, ни при межгрупповом сравнении (табл. 5 и 6).

Полученные данные свидетельствуют о том, что сакральная магнитная стимуляция обладает достоверной эффективностью в отношении клинических симптомов ГАМП при идиопатической детрузорной гиперактивности, что подтверждается положительной динамикой ключевых уродинамических параметров. При этом эффективность МС достоверно доказана в сравнении с плацебо. В данном исследовании выбор параметров стимуляции: частота, интенсивность и продолжительность воздействия — осуществлялся эмпирически. В работах других исследователей показано терапевтическое влияние сакральной МС на различные симптомы ГАМП, при этом отмечается вариабельность параметров в различных протоколах стимуляции [23, 24, 37, 38]. В настоящем наблюдении продемонстрирована

**Таблица 4.** Сравнительный анализ результатов лечения между группами по данным уродинамического исследования

**Table 4.** Comparative analysis of treatment results between groups according to urodynamic study data

Характеристика	Основная группа (n = 29) <sup>1</sup>	Группа плацебо (n = 26) <sup>1</sup>	Уровень значимости p
Максимальная цистометрическая емкость, мл	390 [280; 440]	290 [259; 392]	0,3
Максимальная скорость потока мочи, мл/с	23 [20; 26]	24 [18; 28]	0,5
Средняя скорость потока мочи, мл/с	12 [9; 14]	11 [8; 14]	> 0,9
Остаточный объем мочи, мл	0 [0; 10]	0 [0; 0]	0,6
Максимальное давление детрузора, см вод. ст.	34 [29; 39]	28 [20; 31]	0,020
Давление детрузора в момент достижения Qmax, см вод. ст.	23 [19; 29]	28 [19; 37]	0,3
Емкость мочевого пузыря при первом ощущении позыва, мл	112 [94; 123]	114 [70; 138]	> 0,9
Емкость мочевого пузыря при первом позыве, мл	139 [128; 169]	200 [161; 225]	0,017
Емкость мочевого пузыря при сильном позыве на мочеиспускание, мл	230 [190; 302]	239 [208; 341]	0,2

**Примечание:**<sup>1</sup> Данные представлены в виде медианы и межквартильного расстояния (Median [1stQ; 3rdQ]). Анализ межгрупповых различий произведен по критерию Манна — Уитни.

**Note:**<sup>1</sup> The data is presented in the form of median and interquartile range (Median [1stQ; 3rdQ]). The analysis of intra-group differences was carried out according to the Mann-Whitney criterion.

эффективность методики МС с частотой 5 Гц, однако остается открытым вопрос о подборе оптимальной частоты и длительности процедур. В связи с этим представляется актуальным проведение соответствующих сравнительных исследований применения разночастотных протоколов стимуляции. Выбор локуса МС в настоящей работе был продиктован как данными других опубликованных исследований, так и предполагаемым механизмом действия метода, связанным с активацией симпатических и ингибированием парасимпатических влияний при воздействии на область выхода сакральных корешков, несущих волокна пудендального и тазового нервов [10, 39, 40]. Кроме того, при идиопатической форме ГАМП, которая патогенетически

рассматривается как вариант детрузорной (висцеральной) гиперсенситивности, отмечается изменение церебральной активности при воздействии стимуляции крестовых корешков [41]. Liao K. et al. в своей работе показали, что под воздействием сакральной стимуляции, обладающей деафферентационным влиянием, происходит реорганизация некоторых участков мозга и меняется мочепузырная перцепция, что коррелирует с клиническим улучшением [41].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сакральная магнитная стимуляция при воздействии с частотой 5 Гц на область S2–S4 корешков 20 минут 3 раза в неделю курсом в течение 5 недель достоверно эффек-

**Таблица 5.** Анализ динамики количества пациенток с паттерном детрузорной гиперактивности в основной и плацебо группах на фоне терапии

**Table 5.** Dynamics of the patients' number with OAB in the main and placebo groups before and after treatment

Характеристика	Пациентки основной группы (количество пациенток, n = 29)		Уровень значимости p	Пациентки группы плацебо (количество пациенток, n = 26)		Уровень значимости p
	До <sup>1</sup>	После <sup>1</sup>		До <sup>1</sup>	После <sup>1</sup>	
Фазовая ДГ	4 (14 %)	3 (10 %)	> 0,9	6 (23 %)	5 (19 %)	> 0,9
Терминальная ДГ	10 (34 %)	7 (24 %)	0,4	7 (27 %)	6 (23 %)	0,4
Стресс-индуцированная ДГ	19 (66 %)	16 (55 %)	0,4	11 (42 %)	9 (35 %)	> 0,9

**Примечание:**<sup>1</sup> Данные представлены в виде абсолютного (n) и относительного (%) количества пациентов. Анализ произведен по критерию Хи-квадрат Пирсона.

**Note:**<sup>1</sup> Data are presented in the form of absolute (n) and relative (%) number of patients. The analysis was performed according to Pearson's Chi-square criterion.

**Таблица 6.** Сравнительный межгрупповой анализ динамики количества пациенток с паттерном детрузорной гиперактивности в основной группе и группе плацебо на фоне терапии

**Table 6.** Comparative intergroup analysis of the patients' number with OAB in the main and placebo groups before and after treatment

Характеристика	Основная группа (количество пациенток, $n = 29$ ) <sup>1</sup>	Группа плацебо (количество пациенток, $n = 26$ ) <sup>1</sup>	Уровень значимости $p$
Фазовая ДГ	3 (10 %)	5 (19 %)	0,08
Терминальная ДГ	7 (24 %)	6 (23 %)	> 0,9
Стресс-индуцированная ДГ	16 (55 %)	9 (35 %)	0,1

**Примечание:** <sup>1</sup> Данные представлены в виде абсолютного ( $n$ ) и относительного (%) количества пациентов. Анализ произведен по критерию Хи-квадрат Пирсона.

**Note:** <sup>1</sup> Data are presented in the form of absolute ( $n$ ) and relative (%) number of patients. The analysis was performed according to Pearson's Chi-square criterion.

тивна в отношении клинических симптомов ГАМП при идиопатической детрузорной гиперактивности. Динамика клинических симптомов подтверждается изменением уродинамических параметров, значимыми из которых являются увеличение максимальной цистометрической емкости мочевого пузыря и емкости при первом ощущении. Эффект сакральной МС достоверно превосходит плацебо по данным КУДИ и клинической оценке. Механизм действия са-

кральной МС, обладающей деафферентационным влиянием на сенсорные сигналы, связан с активацией симпатических и ингибированием парасимпатических влияний, а также изменением супраспинального контроля вследствие реорганизации некоторых участков мозга и модуляции церебральной активности. МС является безопасной процедурой, хорошо переносится пациентами, что позволяет включать данный немедикаментозный метод в схему лечения ГАМП.

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Бородулина Ирина Владимировна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры физической терапии, спортивной медицины и медицинской реабилитации ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России.

E-mail: irina.borodulina@gmail.com, borodulinaiv@rmapo.ru;

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7526-1553>

**Ковалев Глеб Валерьевич**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры госпитальной хирургии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет».

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4884-6884>

**Лабетов Иван Антонович**, врач-уролог Клиники высоких медицинских технологий им. Н.И. Пирогова ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет».

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9813-7483>

**Волкова Ольга Владимировна**, врач-уролог Клиники высоких медицинских технологий им. Н.И. Пирогова ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет».

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5382-0833>

**Шкарупа Дмитрий Дмитриевич**, доктор медицинских наук, доцент кафедры госпитальной хирургии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», директор Клиники высоких медицинских технологий им. Н.И. Пирогова ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет».

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0489-3451>

**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: Бородулина И.В., Ковалев Г.В., Лабетов И.А., Волкова О.В., Шкарупа Д.Д. — концепция и дизайн; Ковалев Г.В., Лабетов И.А., Волкова О.В. — сбор и обработка материала; Лабетов И.А. — статистическая обработка данных; Бородулина И.В., Лабетов И.А. — написание текста; Шкарупа Д.Д., Бородулина И.В. — редактирование. **Источники 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. Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом Санкт-Петербургского государственного университета (СПбГУ) № 05/02 от 05.02.2019.

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

#### ADDITIONAL INFORMATION

**Irina V. Borodulina**, Ph. D (Med.), Associate Professor at the Department of Physical Therapy, Sports Medicine and Medical Rehabilitation, Russian Medical Academy of Continuing Postgraduate

Education of the Ministry of Health of Russian Federation.

E-mail: irina.borodulina@gmail.com, borodulinaiv@rmapo.ru;

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7526-1553>



**Gleb V. Kovalev**, Ph. D (Med.), Associate Professor at the Department of Hospital Surgery, St. Petersburg State University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4884-6884>

**Ivan A. Labetov**, urologist, Clinic of High Medical Technologies named after N.N. Pirogov, St. Petersburg State University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9813-7483>

**Olga V. Volkova**, urologist, Clinic of High Medical Technologies named after N.N. Pirogov, St. Petersburg State University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5382-0833>

**Dmitry D. Shkarupa**, Dr. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Hospital Surgery, St. Petersburg State University, Director of the Pirogov Clinic of High Medical Technologies of St. Petersburg State University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0489-3451>

**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: Borodulina I.V., Kovalev G.V., Labetov I.A., Volkova O.V., Shkarupa D.D. — concept and design; Kovalev G.V., Labetov I.A., Volkova O.V. — collection and processing of material; Labetov I.A. — statistical data processing; Borodulina I.V., Labetov I.A. — text writing; Shkarupa D.D., Borodulina I.V. — editing.

**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 the Local Ethics Committee of St. Petersburg State University (SPbSU) No.05/02, 05.02.2019.

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

## Список литературы / References

- Abrams P, Cardozo L, Fall M. et al. The standardisation of terminology of lower urinary tract function: Report from the standardisation sub-committee of the international continence society. *Neurourology and Urodynamics*. 2002; 21: 167–178. <https://doi.org/10.1002/nau.10052>
- McGuire E. Bladder instability and stress incontinence. *Neurourology and Urodynamics*. 1988; 7: 563–567. <https://doi.org/10.1002/nau.1930070605>
- Third Report on the Standardisation of Terminology of Lower Urinary Tract Function Procedures related to the evaluation of micturition: pressure-flow relationships. Residual urine. Produced by the International Continence Society, February 1977. *British Journal of Urology*. 1980; 52(5): 348–350. <https://doi.org/10.1111/j.1464-410x.1980.tb03058.x>
- Gajewski J.B., Gammie A., Speich J. et al. Are there different patterns of detrusor overactivity which are clinically relevant? ICI-RS 2018. *Neurourology and Urodynamics*. 2019; 38(Suppl 5): S40–S45. <https://doi.org/10.1002/nau.23964>
- Reynolds W.S., Dmochowski R., Wein A., Bruehl S. Does central sensitization help explain idiopathic overactive bladder? *Nature Reviews Urology*. 2016; 13(8): 481–491. <https://doi.org/10.1038/nrur.2016.95>
- Artibani W. Diagnosis and significance of idiopathic overactive bladder. *Urology*. 1997; 50(6A Suppl): 25–32; discussion 33–5. [https://doi.org/10.1016/s0090-4295\(97\)00583-9](https://doi.org/10.1016/s0090-4295(97)00583-9)
- Clemens J.Q. Afferent neurourology: A novel paradigm. *Neurourology and Urodynamics*. 2010; 29(Suppl 1): S29–31. <https://doi.org/10.1002/nau.20792>
- Homma Y. Hypersensitive bladder: a solution to confused terminology and ignorance concerning interstitial cystitis. *International Journal of Urology*. 2014; 21(Suppl1): 43–47. <https://doi.org/10.1111/iju.12314>
- Peyronnet B., Mironska E., Chapple C. et al. A comprehensive review of overactive bladder pathophysiology: On the way to tailored treatment. *European Urology*. 2019; 75: 988–1000. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2019.02.038>
- Volovets S.A., Badalov N.G., Borodulina I.V. et al. Safety and Effectiveness of Magnetic Stimulation in the Rehabilitation of Children with Neurogenic Urinary Incontinence: a Prospective Open Randomized Controlled Clinical Study. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2022; 21(5): 68–77. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2022-21-5-68-77>
- Liao L, Madersbacher H. *Neurourology: Theory and practice*. Springer; 2019.
- Fall M., Lindström S., Mazieres L. A bladder-to-bladder cooling reflex in the cat. *The Journal of Physiology*. 1990; 427:281–300. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1990.sp018172>
- de Groat W.C. *Female Urology*. Saunders. Philadelphia, 1996. 42 p.
- Chapple C.R., Nazir J., Hakimi Z. et al. Persistence and adherence with mirabegron versus antimuscarinic agents in patients with overactive bladder: A retrospective observational study in UK clinical practice. *European Urology*. 2017; 72: 389–399. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2017.01.037>
- Amundsen C.L., Richter H.E., Menefee S.A. et al. Onabotulinumtoxin A vs sacral neuromodulation on refractory urgency urinary incontinence in women. *The Journal of the American Medical Association*. 2016; 316: 1366. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.14617>
- Walters M.D., Karram M.M. *Urogynecology and reconstructive pelvic surgery*. Elsevier Health Sciences; 2014.
- Rapp D.E., Lyon M.B., Bales G.T., Cook S.P. A role for the P2X receptor in urinary tract physiology and in the pathophysiology of urinary dysfunction. *European Urology*. 2005; 48: 303–308. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2005.04.019>
- Groppa S., Oliviero A., Eisen A. et al. A practical guide to diagnostic transcranial magnetic stimulation: Report of an IFCN committee. *Clinical Neurophysiology*. 2012; 123: 858–882. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2012.01.010>
- Beaulieu L.-D., Schneider C. Repetitive peripheral magnetic stimulation to reduce pain or improve sensorimotor impairments: A literature review on parameters of application and afferents recruitment. *Clinical Neurophysiology*. 2015; 45: 223–237. <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2015.08.002>
- Khedr E.M., Ahmed M.A., Alkady E.A.M. et al. Therapeutic effects of peripheral magnetic stimulation on traumatic brachial plexopathy: Clinical and neurophysiological study. *Clinical Neurophysiology*. 2012; 42: 111–118. <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2011.11.003>
- Бородулина И.В., Рачин А.П., Бадалов Н.Г., Гуша А.О. Периферическая ритмическая магнитная стимуляция при нейрогенных расстройствах мочеиспускания: обзор литературы и результаты клинического исследования. *Нервно-мышечные болезни*. 2017; 7(2): 54–66. <https://doi.org/10.17650/2222-8721-2017-7-2-54-66> [Borodulina I.V., Rachin A.P., Badalov N.G., Goushcha A.O. Peripheral repetitive magnetic stimulation for the treatment of neurogenic urinary disorders: literature review and investigational study. *Neuromuscular Diseases*. 2017; 7(2): 54–66. <https://doi.org/10.17650/2222-8721-2017-7-2-54-66> (In Russ.)]

22. Ковалев Г.В., Шкарупа Д.Д., Кубин Н.Д., Зайцева А.О., Бородулина И.В., Мусяенко П.Е. Трансвертебральная магнитная нейромодуляция как метод лечения гиперактивности мочевого пузыря: 6 месяцев наблюдения. Вестник урологии. 2020; 8(4): 62–71. [Kovalev G.V., Shkarupa D.D., Kubin N.D., Zaitseva A.O., Borodulina I.V., Musienko P.E. Transvertebral magnetic neuromodulation for the treatment of overactive bladder: 6 months follow-up. *Urology Herald*. 2020; 8(4): 62–71. <https://doi.org/10.21886/2308-6424-2020-8-4-62-71> (In Russ.).]
23. Khedr E.M., Alkady E.A., El-Hammady D.H. et al. Repetitive lumbosacral nerve magnetic stimulation improves bladder dysfunction due to lumbosacral nerve injury: a pilot randomized controlled study. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2011; 25(6): 570–576. <https://doi.org/10.1177/1545968311400091>
24. Li J., Wang J., Hu Y. et al. Effects of repetitive functional magnetic stimulation in the sacral nerve in patients with neurogenic detrusor overactivity after suprasacral spinal cord injury: a study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2023; 24(1): 199. <https://doi.org/10.1186/s13063-023-07207-1>
25. Suzuki T., Yasuda K., Yamanishi T. et al. Randomized, double-blind, sham-controlled evaluation of the effect of functional continuous magnetic stimulation in patients with urgency incontinence. *Neurourology and Urodynamics*. 2007; 26(6): 767–72. <https://doi.org/10.1002/nau.20423>
26. Galloway N.T., El-Galley R.E., Sand P.K. et al. Extracorporeal magnetic innervation therapy for stress urinary incontinence. *Urology*. 1999; 53(6): 1108–11. [https://doi.org/10.1016/s0090-4295\(99\)00037-0](https://doi.org/10.1016/s0090-4295(99)00037-0)
27. Lukanović D., Kunič T., Batkoska M., Matjašič M., Barbič M. Effectiveness of Magnetic Stimulation in the Treatment of Urinary Incontinence: A Systematic Review and Results of Our Study. *Journal of Clinical Medicine*. 2021; 10(21): 5210. <https://doi.org/10.3390/jcm10215210>
28. Braga A., Castronovo F., Caccia G. et al. Efficacy of 3 Tesla Functional Magnetic Stimulation for the Treatment of Female Urinary Incontinence. *Journal of Clinical Medicine*. 2022; 11(10): 2805. <https://doi.org/10.3390/jcm11102805>
29. González-Isaza P., Sánchez-Borrego R., Lugo Salcedo F. et al. Pulsed Magnetic Stimulation for Stress Urinary Incontinence and Its Impact on Sexuality and Health. *Medicina (Kaunas)*. 2022; 58(12): 1721. <https://doi.org/10.3390/medicina58121721>
30. Lo T.S., Tseng L.H., Lin Y.H. et al. Effect of extracorporeal magnetic energy stimulation on bothersome lower urinary tract symptoms and quality of life in female patients with stress urinary incontinence and overactive bladder. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Research*. 2013; 39(11): 1526–32. <https://doi.org/10.1111/jog.12090>
31. Brodak P.P., Bidair M., Joseph A. et al. Magnetic stimulation of the sacral roots. *Neurourology and Urodynamics*. 1993; 12(6): 533–40. <https://doi.org/10.1002/nau.1930120603>
32. Shafik A. Magnetic stimulation: a novel method for inducing evacuation of the neuropathic rectum and urinary bladder in a canine model. *Urology*. 1999; 54(2): 368–72. [https://doi.org/10.1016/s0090-4295\(99\)00083-7](https://doi.org/10.1016/s0090-4295(99)00083-7)
33. McFarlane J.P., Foley S.J., de Winter P. et al. Acute suppression of idiopathic detrusor instability with magnetic stimulation of the sacral nerve roots. *British Journal of Urology*. 1997; 80(5): 734–41. <https://doi.org/10.1046/j.1464-410x.1997.00446.x>
34. Morris A.R., O'Sullivan R., Dunkley P., Moore K.H. Extracorporeal magnetic stimulation is of limited clinical benefit to women with idiopathic detrusor overactivity: a randomized sham controlled trial. *European Urology*. 2007; 52(3): 876–81. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2007.02.026>
35. Coyne K.S., Thompson C.L., Lai J.S., Sexton C.C. An overactive bladder symptom and health-related quality of life short-form: validation of the OAB-q SF. *Neurourology and Urodynamics*. 2015; 34(3): 255–63. <https://doi.org/10.1002/nau.22559>
36. Corcos J., Beaulieu S., Donovan J. et al. Symptom Quality of Life Assessment Committee of the First International Consultation on Incontinence. Quality of life assessment in men and women with urinary incontinence. *Journal of Urology*. 2002; 168(3): 896–905. [https://doi.org/10.1016/S0022-5347\(05\)64540-5](https://doi.org/10.1016/S0022-5347(05)64540-5)
37. Zhao Y., Wang D., Zou L. et al. Comparison of the efficacy and safety of sacral root magnetic stimulation with transcutaneous posterior tibial nerve stimulation in the treatment of neurogenic detrusor overactivity: an exploratory randomized controlled trial. *Translational Andrology and Urology*. 2022; 11(6): 821–831. <https://doi.org/10.21037/tau-22-249>
38. O'Reilly B.A., Fynes M., Ahtari C. et al. A prospective randomised double-blind controlled trial evaluating the effect of trans-sacral magnetic stimulation in women with overactive bladder. *International Urogynecology Journal*. 2008; 19(4): 497–502. <https://doi.org/10.1007/s00192-007-0481-y>
39. Fujishiro T., Enomoto H., Ugawa Y. et al. Magnetic stimulation of the sacral roots for the treatment of stress incontinence: an investigational study and placebo controlled trial. *Journal of Urology*. 2000; 164(4): 1277–9
40. Sheriff M.K., Shah P.J., Fowler C. et al. Neuromodulation of detrusor hyper-reflexia by functional magnetic stimulation of the sacral roots. *British Journal of Urology*. 1996; 78(1): 39–46. <https://doi.org/10.1046/j.1464-410x.1996.00358.x>
41. Liao K.K., Chen J.T., Lai K.L. et al. Effect of sacral-root stimulation on the motor cortex in patients with idiopathic overactive bladder syndrome. *Clinical Neurophysiology*. 2008; 38(1): 39–43. <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2007.09.004>

Оригинальная статья / Original article

УДК: [616.31, 616.321]-006.6-089.844-06:612.789.1

DOI: <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-60-70>

## Эффективность речевой компьютерной диагностики в восстановлении речи пациентов с раком органов полости рта и ротоглотки после гемиглоссэктомии: проспективное сравнительное исследование

ID Красавина Е.А.<sup>1,2,\*</sup>, ID Чойнзонов Е.Л.<sup>1</sup>, ID Кульбакин Д.Е.<sup>1</sup>, ID Мёдова Н.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Научно-исследовательский институт онкологии ФГБУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук», Томск, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Томский государственный педагогический университет», Томск, Россия

### РЕЗЮМЕ

**ВВЕДЕНИЕ.** После операций по поводу рака органов полости рта и ротоглотки у больных отмечается структурно сложное нарушение речевой функции.

**ЦЕЛЬ.** Сравнить эффективность и сроки речевой реабилитации больных раком органов полости рта и ротоглотки в зависимости от методики восстановления речи.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** Изучены эффективность и сроки логовосстановительной терапии 140 больных с диагнозом рак органов полости рта и ротоглотки II–IV стадии опухолевого процесса в возрасте от 24 до 70 лет, которым выполнено хирургическое вмешательство в объеме гемиглоссэктомия. Реабилитационные мероприятия проводились по методикам, разработанным в отделении опухолей головы и шеи НИИ онкологии Томского НИМЦ. Эффективность восстановления речевой функции изучалась на основе субъективной и объективной оценки речи с помощью компьютерно-программного комплекса «OnkoSpeech v 1.0».

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.** После хирургического этапа комбинированного лечения у всех обследованных больных отмечались нарушения речевой функции, их степень варьировала от искажения произносительной стороны речи до полного отсутствия речевого общения. Логопедические занятия начинались на 8–27-й день после хирургического лечения; в I исследуемой группе  $Me = 10$ , во II исследуемой группе  $Me = 11$ , значения не имеют статистически значимых отличий ( $p < 0,05$ ). В результате речевой реабилитации состояние речевой функции улучшилось в 100 % случаев. В I исследуемой группе, где коррекция звукопроизношения выполнялось на основе данных речевой диагностики с помощью компьютерно-программного комплекса «OnkoSpeech v 1.0», удалось добиться более высокого результата коррекции звукопроизношения всех исследуемых звуков, кроме шипящих (язычно-переднебных) [Ш], [Ж], [Щ], [Ч].

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Таким образом, использование программного комплекса «OnkoSpeech v 1.0» для речевой компьютерной диагностики дало возможность в сравнительном аспекте объективно оценить и количественно выразить эффективность проводимой коррекции звукопроизношения шести фонем.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** рак органов полости рта и ротоглотки, гемиглоссэктомия, восстановление речи, речевая компьютерная диагностика, объективная оценка речи, «OnkoSpeech v 1.0».

**Для цитирования / For citation:** Красавина Е.А., Чойнзонов Е.Л., Кульбакин Д.Е., Мёдова Н.А. Эффективность речевой компьютерной диагностики в восстановлении речи пациентов с раком органов полости рта и ротоглотки после гемиглоссэктомии: проспективное сравнительное исследование. Вестник восстановительной медицины. 2023; 22(4):60-70. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-60-70> [Krasavina E.A., Choynzonov E.L., Kulbakin D.E., Balatskaya L.N., Myedova N.A. The Role of Computer-Aided Diagnosis in Speech Restoration in Patients with Cancer of the Oral Cavity and Oropharynx after Hemiglossectomy: a Prospective Comparative Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(4): 60-70. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-60-70> (In Russ.).]

\* Для корреспонденции: Красавина Елена Александровна, E-mail: [krasavina@onco.tnmc.ru](mailto:krasavina@onco.tnmc.ru)

Статья получена: 24.06.2023

Статья принята к печати: 31.07.2023

Статья опубликована: 31.08.2023

© 2023, Красавина Е.А., Чойнзонов Е.Л., Кульбакин Д.Е., Мёдова Н.А.

Elena A. Krasavina, Evgeny L. Choynzonov, Denis E. Kulbakin, Natalia A. Myedova

Эта статья открытого доступа по лицензии CC BY 4.0. Издательство: ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России.

This is an open article under the CC BY 4.0 license. Published by the National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

# The Role of Computer-Aided Diagnosis in Speech Restoration in Patients with Cancer of the Oral Cavity and Oropharynx after Hemiglossectomy: a Prospective Comparative Study

 Elena A. Krasavina<sup>1,2,\*</sup>,  Evgeny L. Choyzonov<sup>1</sup>,  Denis E. Kulbakin<sup>1</sup>,  
 Natalia A. Myedova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Cancer Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Tomsk, Russia

<sup>2</sup> Tomsk State Pedagogical University, Tomsk, Russia

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** Oral cavity and oropharyngeal cancers usually require extensive surgeries accompanied by damages to anatomical structures and impaired speech function.

**AIM.** To compare the effectiveness and terms of speech rehabilitation in patients with cancer of the oral cavity and oropharynx using various speech restoration techniques.

**MATERIALS AND METHODS.** We studied the effectiveness and length of speech rehabilitation in 140 patients with stages II–IV oral cavity and oropharyngeal cancer. The age of the patients ranged from 24 to 70 years. All the patients underwent hemiglossectomy. Combined modality treatment and postoperative speech rehabilitation were performed according to the technique developed in the Department of Head and Neck Tumors of the Oncology Research Institute. Speech rehabilitation effectiveness was studied on the basis of subjective and objective evaluation of speech using the computer-software complex (OnkoSpeech v 1.0).

**RESULTS AND DISCUSSION.** Impaired speech function of patients was observed before starting combined modality treatment and manifested as a change in the prosodic system of speech and subjective communication difficulties associated with the presence of a tumor. After surgery, all the patients demonstrated impaired speech function, ranging from distorted pronunciation to the complete absence of verbal communication. Speech rehabilitation started 8 to 29 days after surgery: in the study group I,  $Me = 9.6$ , in the study group II,  $Me = 9.8$ , values did not have statistically significant differences ( $p < 0.05$ ). At the beginning of speech rehabilitation, to restore activity and coordinate the work of articulatory apparatus muscles and speech expiration, special complexes of articulation and breathing exercises followed by sound pronunciation correction were performed. Postoperative speech rehabilitation resulted in the improvement of speech function in 100 % of cases. In group II, where the correction of sound pronunciation was performed on the basis of speech diagnosis data using the OnkoSpeech v 1.0 computer-software complex, it was possible to achieve a better result of sound pronunciation correction of all the studied sounds, except for hissing (lingual-frontal) [sh], [zh], [shch], [ch].

**CONCLUSION.** The use of the OnkoSpeech v1.0 software package for speech computer-aided diagnosis made it possible to objectively evaluate and quantify the effectiveness of the correction of the sound pronunciation of six phonemes of the Russian language, improve the results of the correction of sound pronunciation and reduce the time of speech therapy.

**KEYWORDS:** oral cavity and oropharyngeal cancers, hemiglossectomy, speech restoration, speech computer diagnostics, objective speech assessment, "OnkoSpeech v 1.0".

**For citation:** Krasavina E.A., Choyzonov E.L., Kulbakin D.E., Balatskaya L.N., Myedova N.A. The Role of Computer-Aided Diagnosis in Speech Restoration in Patients with Cancer of the Oral Cavity and Oropharynx after Hemiglossectomy: a Prospective Comparative Study. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2023; 22(4):60-70. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-60-70> (In Russ.).

\* **For correspondence:** Elena A. Krasavina, E-mail: [krasavina@onco.tnimc.ru](mailto:krasavina@onco.tnimc.ru)

**Received:** 24.06.2023

**Accepted:** 31.07.2023

**Published:** 31.08.2023

## ВВЕДЕНИЕ

Злокачественные новообразования органов полости рта и ротоглотки стоит относить к социально значимым заболеваниям, так как в результате комбинированного лечения увеличивается число инвалидизированных больных [1]. За период с 2010 по 2020 г. на 28,58 % увеличилось количество впервые диагностированных злокачественных заболеваний органов полости рта и ротоглотки [2]. Положение осложняется тем, что 65–70 % больных с данной патологией поступают для специализированного лечения уже с местно-распространенными процессами, в то время, когда им показано комбинированное лечение с обязательным хирургическим компонентом [3, 4].

Основным компонентом комбинированного лечения злокачественных новообразований органов полости рта является хирургическое вмешательство. У больного удаляются объемы тканей данных областей, это вызывает деформирование анатомических структур органов полости рта и существенное нарушение речевой функции [4, 5]. После операции у пациентов наблюдается многофакторное изменение речи, которое связано с нарушением работы мышц, участвующих в артикуляции. При этом нарушается не только произношение звуков, но и просодия речи. Степень нарушения речевой функции может варьировать — от искажения, замены или пропуска отдельных звуков речи до полного отсутствия речевого общения.



Коррекция нарушения звукопроизношения необходима в послеоперационном периоде, так как восстановление речевого общения является основой для полноценной социальной и профессиональной активности. А значит, имеет первостепенное значение для улучшения качества жизни и профилактики инвалидизации больных раком органов полости рта и ротоглотки [6, 7].

Для планирования тактики логопедического воздействия необходимо учитывать совокупность возникших нарушений, которая включает как оценку анатомической целостности органов артикуляции, так и подвижность культи языка, мышц, участвующих в артикуляции, и изменение резонаторов. Анализ возникших нарушений должен учитывать как артикуляционные, так и акустические аспекты речевой функции. На сегодняшний день количественная и качественная оценка нарушений речи реализуется на основе субъективных методов: психоакустического или аудирования. Очевидно, что по средствам данных методик оценки невозможно точно оценить все аспекты речевой функции. Поэтому разработка и внедрение количественных методов речевой диагностики с применением компьютерных технологий являются необходимостью для объективной оценки динамики речевой функции на этапах ее восстановления.

## ЦЕЛЬ

Сравнить эффективность и сроки логовосстановительной терапии больных раком органов полости рта и ротоглотки в зависимости от методики восстановления речевой функции.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проходило на базе отделения опухолей головы и шеи НИИ онкологии Томского НИМЦ с 2004 по 2021 г. в проспективном режиме. Пациенты заполняли информированное добровольное согласие на участие в исследовании. Хирургическое лечение и послеоперационное восстановление речевой функции прошли 140 больных раком органов полости рта и ротоглотки II–IV стадии опухолевого процесса в возрасте от 24 до 70 лет ( $M = 48,1$ ). Исследуемые группы пациентов были сопоставимы по возрасту, полу и объему хирургического вмешательства. Всем пациентам была выполнена хирургическая операция в объеме гемиглоссэктомии. Объем гемиглоссэктомии включал удаление  $\frac{1}{2}$  языка, с резекцией мышц дна полости рта на стороне поражения. При тесном прилегании и распространении опухоли на слизистую альвеолярного отростка нижней челюсти выполнялась плоскостная резекция нижней челюсти с сохранением ее непрерывности в I исследуемой группе у 16 больных (22,9 %), во II исследуемой группе — у 15 (21,4 %). Всем пациентам, включенным в исследование, одновременно с операцией на полости рта выполнялась лимфодиссекция шеи по показаниям с одной или двух сторон.

Больные распределялись по группам в зависимости от наличия первичной записи речи. Запись речи выполнялась с применением компьютерно-программного комплекса «OnkoSpeech v 1.0». Это совместная разработка социалистов Томского НИИ онкологии и лаборатории «теории распознавания и синтеза речи» Томского университета систем управления и радиоэлектроники (Томск, Россия). В I исследуемую группу мы включили 70 больных,

после гемиглоссэктомии, которым до начала комбинированного лечения удалось сделать запись речи. Речевая реабилитация пациентов данной группы выполнялась по методике с применением акустического анализа речевых сигналов [7]. Во вторую группу — 70 пациентов после гемиглоссэктомии, которым не была выполнена запись речи по разным причинам. Восстановление речи выполнялось по методике без применения акустического анализа «OnkoSpeech v 1.0».

Логовосстановительная терапия проводилась по методикам, разработанным в отделении опухолей головы и шеи НИИ онкологии Томского НИМЦ [8].

В отделении опухолей головы и шеи НИИ онкологии Томского НИМЦ для объективной оценки речевой функции больных после операций на органах полости рта и ротоглотки установлен компьютерно-программный комплекс «OnkoSpeech v 1.0» для акустического анализа речевых сигналов.

Программный комплекс «OnkoSpeech v 1.0» оценивал произношения шести фонем русского языка [К], [С], [Т], [Кь], [Сь], [Ть]. Анализ проводился на основе набора из 90 слогов с различным положением каждой фонемы в слоге (в начале, середине и в конце слога) по пять вариантов слогов на каждое положение.

На пациентов в базе данных программы заводилась индивидуальная карта, в которую вносили информацию о диагнозе, дате и объеме хирургического вмешательства, осложнениях, а также все сеансы аудиозаписей и их текущая количественная оценка. Записи сеанса речевой диагностики проводили в автоматизированном режиме. При записи слогов на экране пациенту демонстрировался слог и его транскрипция, а по аудиоканалу через наушники — пример произношения этого слога. Переключение между слогами осуществлялось автоматически.

Применение «OnkoSpeech v 1.0» позволило выполнять и оценку слогов непосредственно в процессе записи, и оценку уже существующих сеансов записи речи. Основным условием было наличие одного или двух эталонных сеансов. Все оценки вносились в базу данных программы автоматически.

В исследуемых группах была проведена оценка качества речевой функции на основе субъективного метода восприятия устной речи (оценка логопеда), которая включала направления, представленные в табл. 1.

Оценка представленных в таблице компонентов выражалась в баллах, что позволяло не только констатировать наличие патологической симптоматики, но и степень ее выраженности:

- 0 баллов — нет нарушений;
- 1 балл — легкие нарушения;
- 2 балла — умеренные нарушения;
- 3 балла — тяжелые нарушения;
- 4 балла — абсолютные нарушения.

Изучение уровня сохранности звукопроизношения проводилось в следующей последовательности: определялось количество нарушенных звуков, а также характер нарушения произношения (искажение, отсутствие, замена). Речевой материал включал изображения слов, в которых звуки представлены в различных фонетических позициях (при изолированном произношении; в слогах — прямых, обратных, со стечением согласных);



**Рис. 1.** Методики восстановления речевой функции больных раком органов полости рта и ротоглотки после гемиглоссэктомии

**Fig. 1.** Speech function restoration techniques in patients with oral cavity and oropharyngeal cancer after hemiglossotomy

в словах (исследуемый звук находится в разных позициях по отношению к началу, концу и середине слова); во фразах; в спонтанной речи. Во время диагностики учитываются индивидуальные возможности пациента (работоспособность, утомляемость, мотивацию к процедуре), но с целью изучения реабилитационного потенциала речевые ситуации по времени и лексической наполняемости ориентированы на социально актуальные для больного. Лексический материал содержал как текст со смысловой нагрузкой, так и отдельные слова, слоги и бессмысленный набор звуков.

Исследуемые звуки предъявлялись пациентам в соответствии с последовательностью, принятой в логопедии при проведении обследования уровня сформированности звукопроизношения:

- свистящие звуки (язычно-зубные) [С], [Сь], [З], [Зь], [Ц];
- шипящие звуки (язычно-передненёбные) [Ш], [Ж], [Щ], [Ч];
- сонорные звуки (язычно-альвеолярные) [Л], [Ль], [Р], [Рь];
- заднеязычные (язычно-задненёбные) [К], [Г], (язычно-средненёбные) [Кь], [Гь];
- переднеязычные (язычно-зубные) [Т], [ТЬ], [Д], [Дь].

В обследование включены задания на определение сохраненных опорных звуков, сходных по артикуляции, от которых наиболее эффективно можно восстановить утраченный звук.

При изучении уровня сохранности звукопроизношения оценка выражалась в баллах: 0 баллов — нет нарушений звукопроизношения, 1 балл — нарушение произношения 1 звука, 2 балла — нарушение произношения 2 звуков, 3 балла — нарушение произношения 3 звуков,

4 балла — нарушение произношения всех звуков.

Обследование речи логопедом и речевая компьютерная диагностика проводились:

- до начала комбинированного или хирургического лечения, после верификации диагноза;
- после хирургического лечения в начале реабилитационных мероприятий;
- после завершения этапа речевой реабилитации.

Противопоказаниями для проведения речевой реабилитации являлись: признаки прогрессирования опухолевого процесса (метастазирование в регионарные лимфатические узлы шеи, продолженный рост опухоли), оро-фарингостома, фарингосвищи, диастаз швов, остеомиелит, психические заболевания с расстройствами поведения.

#### Статистическая обработка

Статистическая обработка результатов проводилась методом вариационной статистики с помощью пакета программ «STATISTICA 9.0» с использованием t-критерия Стьюдента для зависимых переменных. На основании критерия t по таблице Стьюдента определялась вероятность различия (p). Различие считалось статистически значимым при  $p < 0,05$ . Использовались медианские оценки (Me) и интерквартильный размах (IQR) трех случайных величин: «количество дней от хирургического вмешательства до начала речевой реабилитации», «количество дней от начала речевой реабилитации до начала коррекции звукопроизношения» и «количество логопедических занятий» для каждой группы пациентов.

**Таблица 1.** Изучение уровня готовности речевого аппарата и периферических анализаторов к воспроизведению звуков  
**Table 1.** Study of the readiness level of the speech apparatus and peripheral analyzers for the production of sounds

Направления / Areas	Компоненты / Components
<b>Обследование артикуляционного аппарата / Examination of the speech apparatus</b>	Обследование кинестетического орального (артикуляционного) праксиса / Examination of kinesthetic oral (articulatory) praxis
	Обследование кинетического орального (артикуляционного) праксиса / Examination of kinetic oral (articulatory) praxis
	Обследование динамической координации артикуляционных движений / Examination of dynamic coordination of articulatory movements
	Обследование мимической мускулатуры / Examination of mimic muscles
<b>Обследование речевого дыхания / Examination of speech breathing</b>	Определение типа дыхания / Determination of the type of breathing
	Исследование умения дифференцировать носовое и ротовое дыхание / Study of the ability to differentiate between nasal and oral breathing
	Исследование целенаправленности воздушной струи / Air stream targeting study
<b>Обследование просодической стороны речи / Examination of the prosodic side of speech</b>	Исследование силы воздушной струи / Study of the strength of the air jet
	Наличие интонационного рисунка / The presence of an intonation pattern
	Сила голоса / The power of the voice
	Наличие назального оттенка голоса / Presence of a nasal tone of voice
<b>Исследование уровня сохранности компонентов артикуляционных движений / The study of the level of preservation of the components of articulatory movements</b>	Темп произнесения элементов речи / Tempo of pronunciation of elements of speech
	Последовательность выполнения движений / Sequence of movements
	Возможность переключения с одного движения на другое / The ability to switch from one movement to another
	Инертность движения / Motion inertia
	Персеверации / Perseveration
	Амплитуда движений (объем движений достаточный, ограниченный) / Range of motion (range of motion sufficient, limited)
	Точность выполнения движений (точное выполнение, приближенное, поиски артикуляции, замена одного движения другим) / Accuracy of movements (exact execution, approximate, searches for articulation, replacement of one movement by another)

Медиана и интерквартильный размах временной выборки использована как альтернатива средней арифметической, так как она устойчива к аномальным отклонениям (выбросам). Интерквартильным размахом (InterQuartile range, IQR) называется разность между третьим и первым квартилем (Q3–Q1). Интерквартильный размах применялся для характеристики разброса значений в выборке. Для выявления различий между группами использовалось сравнение усредненных показателей порядковых характеристик нарушений. Порядковые характеристики представлены в виде пятибалльной шкалы от 0 до 4.

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

После поступления больного в стационар и обследования со стадированием опухолевого процесса по меж-

дународной классификации TNM 8-го пересмотра для установления тактики комбинированного лечения логопед приглашал его на осмотр. Первый осмотр пациента логопедом необходим для оценки речевой функции. Заводилась логопедическая карта больного, в которую вносились имеющиеся речевые нарушения.

Оценка речи при первичном осмотре (в I исследуемой группе до начала комбинированного лечения; во II исследуемой группе до хирургического лечения) показала, что наблюдались деликатные речевые нарушения. Произношение звуков у большей части пациентов соответствовало логопедической норме русского языка. Отмечался умеренный темп произнесения элементов речи. Присутствовала интонационная и эмоциональная окраска высказывания. Невнятность и легкое замедление темпа произнесения фоном отмечались в обеих исследуемых

группах (0,13 и 0,11 балла соответственно) (см. табл. 2). Со слов пациентов, данные нарушения объяснялись дискомфортом в полости рта и наличием во время речи болевых ощущений, связанных с опухолевым процессом. В обеих исследуемых группах были пациенты, с которыми осмотр и обследование речи вынуждены были проводить в несколько этапов по причине возникших в области злокачественного новообразования болевых ощущений (8 (11,4 %) пациентов в I исследуемой группе и 6 (8,6 %) — во II исследуемой группе).

Основной целью данного этапа является диагностика нарушений звукопроизношения. Это нужно для того, чтобы знать, произношение каких звуков и в каком объеме

будет нарушено после хирургического лечения, произношение каких звуков не отвечало логопедической норме русского языка до начала комбинированного лечения. Результаты исследования показали, что у 13 (9,3 %) больных отмечались нарушения звукопроизношения. Ротацизм (дефекты произношения звука [Р]) наблюдался нескольких видов: горловой звук [Р] у 10 (7,1 %), горловой [Рь] — у 6 (4,4 %) больных. У двоих пациентов (1,4 %) наблюдался проторный («одноударный») звук [Рь]. Сигматизм (расстройство речи, заключающееся в неправильном произношении шипящих и свистящих звуков) наблюдалось у 8 (5,8 %). Ламбдацизм (не соответствующее норме произношение звука [Л]) — у 7 (5,1 %) (табл. 3).

**Таблица 2.** Нарушения артикуляционных движений, мимической мускулатуры и просодии речи больных раком органов полости рта и ротоглотки на этапах комбинированного лечения и речевой реабилитации в баллах (от 0 до 4 баллов) ( $M \pm m$ )

**Table 2.** Disorders of articulatory movements, mimic muscles and speech prosody in points (from 0 to 4 points) at the stages of combined treatment and speech rehabilitation of patients with cancer of the oral cavity and oropharynx ( $M \pm m$ )

Критерии / Criteria		I группа (n = 70) / Group I (n = 70) /	II группа (n = 70) / Group II (n = 70) /
Этапы исследования / Study phases			
<b>Кинестетический оральный (артикуляционный) праксис / Kinesthetic oral (articulatory) praxis</b>	До начала комбинированного (хирургического) лечения / Before combined (surgical) treatment	0,23 ± 0,11	0,3 ± 0,13
	До начала реабилитации / Before the rehabilitation	3,1 ± 0,2	3,03 ± 0,2
	После окончания реабилитации / After the rehabilitation	1,7 ± 0,24	1,89 ± 0,24
<b>Кинетический оральный праксис / Kinetic oral praxis</b>	До начала комбинированного (хирургического) лечения / Before combined (surgical) treatment	0,23 ± 0,11	0,3 ± 0,13
	До начала реабилитации / Before the rehabilitation	3,1 ± 0,2	3,03 ± 0,2
	После окончания реабилитации / After the rehabilitation	1,7 ± 0,24	1,89 ± 1,24
<b>Динамическая координация артикуляционных движений / Dynamic coordination of articulatory movements</b>	До начала комбинированного (хирургического) лечения / Before combined (surgical) treatment	0,034 ± 0,04	0 ± 0
	До начала реабилитации / Before the rehabilitation	3,47 ± 0,17	3,29 ± 0,18
	После окончания реабилитации / After the rehabilitation	1,3 ± 0,22	1,39 ± 0,22
<b>Динамическая координация мимической мускулатуры / Dynamic coordination of mimic muscles</b>	До начала комбинированного (хирургического) лечения / Before combined (surgical) treatment	0 ± 0	0 ± 0
	До начала реабилитации / Before the rehabilitation	2,87 ± 0,22*	3,01 ± 0,2*
	После окончания реабилитации / After the rehabilitation	0,43 ± 0,15	0,31 ± 0,13
<b>Нарушение интонационного рисунка / Violation of the intonation pattern</b>	До начала комбинированного (хирургического) лечения / Before combined (surgical) treatment	0 ± 0	0 ± 0
	До начала реабилитации / Before the rehabilitation	3,32 ± 0,18	3,49 ± 0,16
	После окончания реабилитации / After the rehabilitation	1,21 ± 0,22	1,33 ± 0,22



Критерии / Criteria Этапы исследования / Study phases		I группа (n = 70) / Group I (n = 70) /	II группа (n = 70) / Group II (n = 70) /
<b>Нарушение силы голоса / Violation of the power of the voice</b>	До начала комбинированного (хирургического) лечения / Before combined (surgical) treatment	0 ± 0	0 ± 0
	До начала реабилитации / Before the rehabilitation	2,33 ± 0,24	2,12 ± 0,24
	После окончания реабилитации / After the rehabilitation	0,21 ± 0,1	0,02 ± 0,13
<b>Наличие назального оттенка голоса / Presence of a nasal tone of voice</b>	До начала комбинированного (хирургического) лечения	0,09 ± 0,07	0,14 ± 0,08
	До начала реабилитации / Before the rehabilitation	1,1 ± 0,21	0,9 ± 0,2
	После окончания реабилитации / After the rehabilitation	0,32 ± 0,13	0,3 ± 0,13
<b>Нарушение темпа произнесения элементов речи / Violation of the tempo of pronouncing elements of speech</b>	До начала комбинированного (хирургического) лечения / Before combined (surgical) treatment	0,13 ± 0,08	0,11 ± 0,08
	До начала реабилитации / Before the rehabilitation	3,09 ± 0,2	2,87 ± 0,22
	После окончания реабилитации / After the rehabilitation	1,2 ± 0,21	1,18 ± 0,21

**Примечание:** М — среднее арифметическое; m — ошибка среднего арифметического; \* — значения имеют статистически значимые отличия ( $p < 0,05$ ).

**Note:** M — arithmetic mean; m — error of the arithmetic mean; \* — values have statistically significant differences ( $p < 0.05$ ).

Основным условием для проведения в послеоперационном периоде восстановления речи с применением речевой компьютерной диагностики являлось создание эталонного сеанса речи пациента. У пациентов I исследуемой группы на этапе до начала комбинированного лечения после верификации опухолевого процесса выполнялась запись речи больного с применением компьютерно-программного комплекса «OnkoSpeech v 1.0». Таким образом создавался персональный образец речи каждого пациента, который брался за единицу, и отражал индивидуальные особенности речевой функции и степень качества произношения звуков русского языка, которую необходимо достигнуть в процессе восстановительной терапии.

Логопедические занятия начинали только после снятия швов и удаления носопищеводного зонда. Сроки начала речевой реабилитации варьировали от 8 до 27 дней лечения (в I исследуемой группе  $Me = 10 \pm 21$  (IQR-21), во II исследуемой группе  $Me = 11,5 \pm 19$  (IQR-19) дней; значения не имеют статистически значимых отличий ( $p > 0,05$ )), и находились в прямой зависимости от сроков заживления послеоперационной раны. Совместный осмотр пациента хирургом — онкологом и логопедом является необходимым условием для решения вопроса о возможности приступить к восстановлению речи.

Нарушение звукопроизношения — это изменение процессов формирования произносительной системы родного языка вследствие дефектов восприятия и произношения фонем. Если отмечается нарушение произношения только одной группы звуков, это простое (частичное), или мономорфное. Если нарушается произношение

одновременно двух или нескольких групп звуков, такое нарушение звукопроизношения определяется как сложное (диффузное), или полиморфное [9].

У больных, перенесших хирургическое лечение на полости рта и ротоглотки, нарушение речи характеризовалось полиморфным расстройством не только звукопроизношения, но и просодии: интонации, силы голоса, темпа речи.

В послеоперационном периоде отмечаются тяжелые или абсолютные нарушения кинестетического и кинетического орального праксиса (I исследуемая группа —  $3,1 \pm 0,2$ ; II исследуемая группа —  $3,03 \pm 0,2$  балла), а также динамической координации артикуляционных движений и мимической мускулатуры. Культия языка резко ограничена в подвижности вправо-влево, вверх-вниз, вперед-назад. У 25 (35,7 %) пациентов в I исследуемой группе и у 23 (32,9 %) во II исследуемой группе культия языка полностью не подвижна. Отмечается асимметрия мимической мускулатуры (см. табл. 2).

Нарушения просодической системы речи характеризуются как абсолютные. Пациенты общаются тихим голосом, речь монотонная, очень медленная, фраза короткая — 1–2 слова. В каждой группе были больные, которые на данном этапе общаются только с помощью письма (I исследуемая группа — 25 (35,5 %); II исследуемая группа — 19 (27,1 %)).

Нарушения звукопроизношения носят в большинстве случаев абсолютный характер (см. табл. 3). Исследуемые группы звуков либо отсутствуют полностью, либо заменяются звуками, которые воспроизводятся в основном с помощью губ. Свистящие звуки (язычно-зубные) [С], [Сь], [З], [Зь], [Ц] полностью отсутствуют в речи пациентов.

**Таблица 3.** Нарушения звукопроизношения больных раком органов полости рта и ротоглотки на этапах комбинированного лечения и речевой реабилитации в баллах (от 0 до 4 баллов) ( $M \pm m$ )

**Table 3.** Violations of sound pronunciation in points (from 0 to 4 points) at the stages of combined treatment and speech rehabilitation of patients with cancer of the oral cavity and oropharynx ( $M \pm m$ )

Критерии / Criteria Этапы исследования / Study phases		I группа (n = 70) / Group I (n = 70)	II группа (n = 70) / Group II (n = 70)
<b>Свистящие звуки (язычно-зубные) [С], [Сь], [З], [Зь], [Ц] / Sibilants (linguo-dental) [S], [S'], [Z], [Z'], [TS]</b>	До начала комбинированного (хирургического) лечения / Before combined (surgical) treatment	0,21 ± 0,1	0,11 ± 0,08
	До начала реабилитации / Before the rehabilitation	4	4
	После окончания реабилитации / After the rehabilitation	2,7 ± 0,22*	3,1 ± 0,2*
<b>Шипящие звуки (язычно-переднебные) [Ш], [Ж], [Щ], [Ч] / Fricatives (linguo-anterior) [SH], [ZH], [SCH], [CH]</b>	До начала комбинированного (хирургического) лечения / Before combined (surgical) treatment	0,23 ± 0,11	0,3 ± 1,3
	До начала реабилитации / Before the rehabilitation	4 ± 0	4 ± 0
	После окончания реабилитации / After the rehabilitation	1,7 ± 0,24	1,89 ± 0,24
<b>Сонорные звуки (язычно-альвеолярные) [Л], [Ль], [Р], [Рь] / Sonorants (lingo-alveolar) [L], [L'], [R], [R']</b>	До начала комбинированного (хирургического) лечения / Before combined (surgical) treatment	0,41 ± 0,15	0,53 ± 0,16
	До начала реабилитации / Before the rehabilitation	4 ± 0	4 ± 0
	После окончания реабилитации / After the rehabilitation	2,1 ± 0,24*	2,67 ± 0,22*
<b>Заднеязычные (язычно-задненебные) [К], [Г] (язычно-передненебные) [Кь], [Гь] / Guttural (linguo-postpalatal) [K], [G] (linguo-antepalatal) [K'], [G']</b>	До начала комбинированного (хирургического) лечения / Before combined (surgical) treatment	0 ± 0	0 ± 0
	До начала реабилитации / Before the rehabilitation	3,21 ± 0,19*	3,43 ± 0,17*
	После окончания реабилитации / After the rehabilitation	0,43 ± 0,15*	1,31 ± *
<b>Переднеязычные (язычно-зубные) [Т], [Ть], [Д], [Дь] / Laminal (linguo-dental) [T], [T'], [D], [D']</b>	До начала комбинированного (хирургического) лечения / Before combined (surgical) treatment	0 ± 0	0 ± 0
	До начала реабилитации / Before the rehabilitation	4 ± 0	4 ± 0
	После окончания реабилитации / After the rehabilitation	1,04 ± 0,21*	1,47 ± 0,23*

**Примечание:**  $M$  — среднее арифметическое;  $m$  — ошибка среднего арифметического; \* — значения имеют статистически значимые отличия ( $p < 0,05$ ).

**Note:**  $M$  — arithmetic mean;  $m$  — error of the arithmetic mean; \* — values have statistically significant differences ( $p < 0.05$ ).

Причиной этого явилось положение культи языка в полости рта, которое не дает возможность правильному движению воздуха при произнесении данных звуков. Шипящие звуки (язычно-передненёбные) [Ш], [Ж], [Щ], [Ч] заменяются на губно-зубной [Ф].

В связи с тем, что средняя и задняя часть спинки культи языка резко ограничены в подвижности, заднеязычные (язычно-задненёбные) [К], [Г] произносятся как [Х], язычно-передненёбные [Кь], [Гь] — как звук [Хь] с придыханием (украинский).

Сонорные звуки (язычно-альвеолярные) [Л], [Ль] по своим акустическим особенностям похожи на звук [У], который имеется в отдельных диалектах, или на звук [W], свойственный фонетике английского языка. Основанием этого является резкое ограничение подвижности передней части культи языка или ее фиксированное положение на дне ротовой полости. В таких случаях язычно-альвеолярные звуки [Л], [Ль] произносились с участием губ. Отмечался еще вариант губно-зубного произношения, напоминающего звук [В], когда передняя часть культи языка неподвижна и лежит на дне ротовой полости, а нижняя губа приближается к верхним зубам.

Сонорные звуки (язычно-альвеолярные) вибранты [Р], [Рь] в большинстве случаев полностью выпадают из речи, редко заменяются звуком, похожим на английский [W], который воспроизводится с помощью губ.

Переднеязычные звуки [Т], [ТЬ], [Д], [Дь] в речи либо полностью отсутствуют, либо замещаются звуком, не имеющим аналогов в русском языке [ПФ].

В первой исследуемой группе для оценки степени нарушений звукопроизношения выполняли вторую запись речи пациентов с применением компьютерно-программного комплекса «OnkoSpeech v 1.0» (табл. 4). Результаты оценки сеансов показывают существенные изменения в произношении исследуемых фонем.

Логовосстановительная терапия проводилась перед зеркалом, для осуществления зрительного контроля правильности выполнения упражнений пациент должен был видеть себя и логопеда. Логопедические занятия начинали с выполнения упражнений дыхательной гимнастики, далее переходили к артикуляционным упражнениям для мышц щек, губ и языка. Целью данных упражнений являлась активизация и координация артикуляционного аппарата пациента. Один раз в день больной занимался с логопедом и 2–3 раза выполнял комплекс упражнений самостоятельно. На данном этапе необходимо следить за общим состоянием пациента. Интенсивность и длительность выполнения упражнений прежде всего зависели от общего состояния, объема оперативного вмешательства. Длительность логовосстановительной терапии варьировала от 10 до 38 дней, в I исследуемой группе медиана составила  $Me = 28,5 \pm 14$ , (IQR-14) во II исследуемой группе —  $Me = 27 \pm 13,5$  (IQR-13,5) дня (значения не имеют статистически значимых отличий ( $p > 0,05$ )).

На данном этапе речевой реабилитации одной из основных задач являлось улучшение подвижности культи языка за счет увеличения амплитуды целенаправленных движений и координации работы мышц, участвующих в артикуляции, и мимических мышц. С этой целью выполнялся комплекс артикуляционных упражнений, а также упражнений, для выработки направленной воздушной струи. Как только удавалось достичь достаточной амплитуды и координации движений культи языка и мимической мускулатуры, а также направленной воздушной струи, появлялась возможность приступить к этапу коррекции звукопроизношения.

Важно было выработать артикуляционный уклад, позволяющий приблизить произнесение звуков речи к акустической полноценности (норме). Для планирования тактики логопедического воздействия не-

**Таблица 4.** Оценка произношения фонем с применением компьютерно-программного комплекса «OnkoSpeech v 1.0» ( $M \pm m$ )

**Table 4.** Evaluation of the pronunciation of phonemes using the “OnkoSpeech v 1.0” computer-software complex ( $M \pm m$ )

Оцениваемые фонемы / Phonemes under study	I исследуемая группа (70 больных после гемиглосэктомии) / Study group I (70 patients after hemiglossectomy)		
	До начала комбинированного лечения / Before combined treatment	До начала реабилитации / Before the rehabilitation	После окончания реабилитации / After the rehabilitation
Звук [К] / Sound [K]	1 ± 0	0,139 ± 0,04*	0,553 ± 0,06*
Звук [Кь] / Sound [K']	1 ± 0	0,212 ± 0,05*	0,447 ± 0,06*
Звук [Т] / Sound [T]	1 ± 0	0,236 ± 0,05*	0,381 ± 0,06*
Звук [ТЬ] / Sound [T']	1 ± 0	0,186 ± 0,05*	0,418 ± 0,06*
Звук [С] / Sound [S]	1 ± 0	0,038 ± 0,02*	0,215 ± 0,05*
Звук [Сь] / Sound [S']	1 ± 0	0,195 ± 0,05*	0,262 ± 0,05*

**Примечание:**  $M$  — среднее арифметическое;  $m$  — ошибка среднего арифметического; \* — значения имеют статистически значимые отличия ( $p < 0,05$ ).

**Note:**  $M$  — arithmetic mean;  $m$  — error of the arithmetic mean; \* — values have statistically significant differences ( $p < 0.05$ ).

обходима детальная оценка возникших нарушений. Благодаря количественной оценке звукопроизношения с использованием компьютерно-программного комплекса «OnkoSpeech v 1.0» можно было судить, в какой степени исследуемые звуки пострадали в результате хирургического лечения у каждого пациента. В I исследуемой группе коррекцию звукопроизношения начинали с тех звуков, количественная оценка которых наиболее близка к эталону. Во II исследуемой группе порядок коррекции звукопроизношения также определялась индивидуально для каждого больного. Данный порядок устанавливали эмпирическим путем: начинали с поиска речевого уклада органов артикуляции, необходимого для произнесения определенного звука.

В обеих исследуемых группах коррекция звукопроизношения осуществлялась согласно принятым в логопедии нормам: постановка изолированного звука; автоматизация в слогах, словах, предложениях; ввод звука в повседневную речь [10].

В результате проведенных логопедических занятий у всех пациентов отмечается улучшение показателей по всем исследуемым параметрам.

Результаты речевой компьютерной диагностики также представили количественное улучшение по всем шести исследуемым фонемам. Положительная динамика восстановления указанных фонем наблюдалась в 100 % случаев (см. табл. 4). Лучшие показатели достигнуты по коррекции заднеязычных звуков [К], [Кь], что соответствует данным, полученным на основе субъективного метода восприятия устной речи (оценка логопеда).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, результаты, проанализированные нами в сравнительном аспекте, говорят о том, что показатели коррекции нарушений артикуляционных движений, мимической мускулатуры и просодической системы речи не имеют статистически значимых отличий по всем исследуемым позициям. Тогда как результаты коррекции звукопроизношения в I исследуемой группе по всем исследуемым группам звуков, кроме шипящих (язычно-переднебных) [Ш], [Ж], [Щ], [Ч], показывают статистически значимый лучший результат. Это позволяет нам сделать вывод о том, что на аналогичной функциональной основе в I исследуемой группе удалось лучше скорректировать звукопроизношение больных благодаря дифференцированному подходу и планированию тактики логопедического воздействия с использованием речевой компьютерной диагностики.

Применение речевой компьютерной диагностики с использованием программного комплекса «OnkoSpeech v 1.0» дало возможность не только объективно оценить и количественно выразить эффективность проводимой коррекции звукопроизношения шести фонем русского языка, но и улучшить результаты коррекции звукопроизношения и сократить сроки логопедических занятий.

Полученные результаты оценки восстановления речевой функции с использованием речевой компьютерной диагностики отражают современные тенденции применения компьютерных технологий и не вступают в противоречие с традиционными, хорошо зарекомендовавшими себя методами субъективной количественной оценки, а лишь дополняют друга.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Красавина Елена Александровна**, кандидат биологических наук; логопед отделения опухолей головы и шеи Научно-исследовательского института онкологии ФГБУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук»; доцент кафедры дефектологии ФГБОУ ВО «Томский государственный педагогический университет».

E-mail: krasavina@onco.tnimg.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8553-7039>

**Чойнзонов Евгений Лхаматцуренович**, академик РАН, доктор медицинских наук, профессор; руководитель отделения опухолей головы и шеи Научно-исследовательского института онкологии ФГБУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук».

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3651-0665>

**Кульбакин Денис Евгеньевич**, доктор медицинских наук, старший научный сотрудник отделения опухолей головы и шеи Научно-исследовательского института онкологии ФГБУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук».

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3089-5047>

**Мёдова Наталья Анатольевна**, кандидат педагогических наук, доцент, заведующая кафедрой дефектологии ФГБОУ ВО «Томский государственный педагогический университет».

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9182-2322>

**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: Красавина Е.А. — разработка концепции научной работы, сбор и обработка материала, составление черновика рукописи; Чойнзонов Е.Л., Кульбакин Д.Е., Мёдова Н.А. — анализ научной работы, критический пересмотр с внесением ценного интеллектуального содержания.

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

**Конфликт интересов.** Чойнзонов Е.Л., Красавина Е.А. являются обладателями патента «Способ восстановления речевой функции у больных раком полости рта и ротоглотки после органосохраняющих операций», патент на изобретение RU 2694516, 2019. Остальные авторы декларируют отсутствие других 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. Проведение исследования одобрено комитетом по этике НИИ онкологии ТНИМЦ РАН (протокол № 10 от 15.09.2020).

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



**ADDITIONAL INFORMATION**

**Elena A. Krasavina**, Ph. D. (Biol.), speech therapist of the Department of Head and Neck Tumors, Cancer Research Institute, Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences. Associate Professor of the Department of Defectology, Tomsk State Pedagogical University.

E-mail: [krasavina@onco.tnimg.ru](mailto:krasavina@onco.tnimg.ru);

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8553-7039>

**Evgeny L. Choynzonov**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Head and Neck Tumors, Cancer Research Institute, Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3651-0665>

**Denis E. Kulbakin**, Dr. Sci. (Med.), Senior Researcher of the Department of Head and Neck Tumors, Cancer Research Institute, Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3089-5047>

**Natalia A. Medova**, Ph. D. (Ped.), Assistant Professor, Head of the Department of Defectology of Tomsk State Pedagogical University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9182-2322>

**Author Contributions.** 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: Krasavina E.A. — concept development of the paper, material collection and analysis, paper manuscript drafting; Choynzonov E.L., Kulbakin D.E., Medova N.A. — analysis and critical review of the paper.

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

**Disclosure.** Choynzonov E.L., Krasavina E.A. own patent RU 2694516, 2019, "A method for restoring speech function in patients with oral and oropharyngeal cancer after organ-preserving operations". Other 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 the Local Ethics Committee of the Research Institute of Oncology TNIMC RAS (Protocol No. 10, 15.09.2020).

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

**Список литературы / References**

- Newlands C., Kerawala C. Oral cavity and oropharyngeal cancer. *Oral and Maxillofacial Surgery* (3 edn). 2020: C2–142. <https://doi.org/10.1093/med/9780198847366.003.0002>
- Каприн А.В. Старинский В.В., Петрова Г.В. Злокачественные новообразования в России в 2020 году (Заболеваемость и смертность). Москва: МНИОИ им. П.А. Герцена. 2021: 250 с. [Kaprin A.V. Starinskii V.V., Petrova G.V. Zlokachestvennye novoobrazovaniya v Rossii v 2020 godu (Zabolevaemost' i smertnost'). [Malignant neoplasms in Russia in 2020 (Incidence and mortality)]. Moscow: MNIIOI im. P.A. Gertsena. 2021: 250 p. (In Russ.)]
- Constantinescu G., Rieger J.M. Speech Deficits Associated with Oral and Oropharyngeal Carcinomas. Book Chapter Clinical Care and Rehabilitation in Head and Neck Cancer. 2019: 265–279. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-04702-3\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-030-04702-3_16)
- Седаков И.Е., Семикоз Н.Г., Чистяков А.А. и др. Современные аспекты лечения больных со злокачественными новообразованиями орофарингеальной зоны. *Новообразование*. 2018; 10(4): 146–150. <https://doi.org/10.26435/neoplasm.v10i4.262> [Sedakov I.E., Semikoz N.G., Chistyakov A.A. et al. Modern aspects of the treatment of patients with malignant neoplasms of the oropharyngeal zone. *Novoobrazovanie*. 2018; 10 (4): 146–150. <https://doi.org/10.26435/neoplasm.v10i4.262> (In Russ.)]
- Webster K.T., Tippet D., Simpson M. et al. Speech-language pathology care and short- and long-term outcomes of oropharyngeal cancer treatment in the elderly. *The Laryngoscope*. 2018; 128(6): 1403–1411. <https://doi.org/10.1002/lary.26950>
- Поляков А.П., Мордовский А.В., Ратушный М.В. и др. Стратегия выбора аутотрансплантата в зависимости от типа дефекта языка и дна полости рта. *Функциональные результаты. Вопросы онкологии*. 2019; 65(2): 88–93. <https://doi.org/10.37469/0507-3758-2019-65-1-88-93> [Polyakov P., Mordovskiy A., Ratushnyy M. et al. Tongue microsurgical reconstruction in patients with oral cancer. Functional outcomes. *Voprosy onkologii*. 2019; 65(2): 88–93. <https://doi.org/10.37469/0507-3758-2019-65-1-88-93> (In Russ.)]
- Красавина Е.А., Чойнзонов Е.Л., Кульбакин Д.Е. и др. Возможности речевой реабилитации больных раком полости рта и ротоглотки после реконструктивно-пластических операций. *Сибирский онкологический журнал* 2020; 19(5): 35–43. <https://doi.org/10.21294/1814-4861-2020-19-5-35-43> [Krasavina E.A., Choynzonov E.L., Kulbakin D.E. et al. Speech Rehabilitation of Patients with Oral Cavity and Oropharyngeal Cancers after Reconstructive Surgery. *Siberian Journal of Oncology*. 2020; 19(5): 35–43. <https://doi.org/10.21294/1814-4861-2020-19-5-35-43> (In Russ.)]
- Балацкая Л.Н., Чойнзонов Е.Л., Красавина Е.А. и др. Способ восстановления речевой функции у больных раком полости рта и ротоглотки после органосохраняющих операций. Патент на изобретение RU 2694516, 2019. [Balackaja L.N., Choynzonov E.L., Krasavina E.A. et al. Sposob vosstanovleniya rechevoj funkcii u bol'nyh rakom polosti rta i rotoglotki posle organosohranyayushchih operacij. [Method of Recovering Speech Function In Patients with Oral and Oropharyngeal Cancer Following Organ Preserving Operations]. Patent RF, No 2694516, 2019. (In Russ.)]
- Волкова Г.А. Методика психолого-логопедического обследования детей с нарушениями речи. *Вопросы дифференциальной диагностики: Учебно-методическое пособие*, СПб: Детство-пресс, 2004. 144 с. [Volkova G.A. Metodika psihologo-logopedicheskogo obsledovaniya detej s narusheniyami rechi. *Voprosy differencial'noj diagnostiki: Uchebno-metodicheskoe posobie*. SPb: Detstvo-press. 2004. 144 p. (In Russ.)]
- Филичева Т.Б. Логопедия. Теория и практика: Учебно-методическое пособие. М.: Эксмо, 2021. 608 с. [Filicheva T.B. Logopediya. Teoriya i praktika: Uchebno-metodicheskoe posobie. Moscow: Eksmo, 2021. 608 p. (In Russ.)]

## Эффективность комплексной медицинской реабилитации пациентов с посттромбофлебитическим синдромом нижних конечностей и ожирением: рандомизированное клиническое исследование

ИД Кончугова Т.В., ИД Фесюн А.Д., ИД Апханова Т.В., ИД Кульчицкая Д.Б., ИД Васильева В.А.\*, ИД Юрова О.В., ИД Морунова В.А.

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

### РЕЗЮМЕ

**ВВЕДЕНИЕ.** Актуальность разработки программ комплексной реабилитации пациентов с посттромбофлебитическим синдромом (ПТФС) обусловлена высокой частотой инвалидизации и значительным снижением качества их жизни. Поскольку ожирение и избыточная масса тела являются доказанными факторами риска развития и прогрессирования хронических заболеваний вен, снижение веса является одной из важных задач проведения реабилитационных мероприятий у пациентов с ПТФС и сопутствующим ожирением.

**ЦЕЛЬ.** Сравнительное изучение влияния комплексных методов медицинской реабилитации, включающих различные методики лазерного облучения крови (надсосудистую и внутривенную), импульсную магнитотерапию и суховоздушные углекислые ванны, на динамику показателей композитного состава тела по данным биоимпедансометрии у пациентов с посттромбофлебитическим синдромом нижних конечностей и ожирением.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** Проведено рандомизированное проспективное исследование на базе отделения медицинской реабилитации пациентов с соматическими заболеваниями ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России. В исследование вошли 40 пациентов с ПТФС нижних конечностей и сопутствующим ожирением, средний возраст которых составил 58,3 [51,5; 68,0] года), рандомизированных на две группы. Пациенты 1-й группы получали внутривенное лазерное облучение крови (ВЛОК) на аппарате «ЛАЗМИК-ВЛОК» (Россия), импульсную магнитотерапию и суховоздушные углекислые ванны, а также лечебную гимнастику в зале. Пациенты 2-й группы получали комплекс, включающий надсосудистую лазеротерапию, импульсную магнитотерапию и суховоздушные углекислые ванны, а также лечебную гимнастику в зале. Курс медицинской реабилитации пациентам обеих групп проводился на фоне низкокалорийной диеты (НКД). Для оценки противоотечного и липолитического эффектов после проведенного комплексного курса медицинской реабилитации применялись антропометрические измерения (массы тела, маллеолярный объем), а также методика биоимпедансометрии состава тела (ООО НТЦ «МЕДАСС», Россия).

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** У пациентов с ПТФС нижних конечностей и ожирением после проведения курса медицинской реабилитации с использованием реформированных физических факторов, включающих различные методики лазерного облучения крови (надсосудистую и внутривенную) наблюдались достоверное снижение показателей массы тела ( $p < 0,001$ ), снижение ИМТ ( $p < 0,001$ ), общей и внеклеточной жидкости ( $p < 0,001$ ) без существенных различий между группами. Выявлено существенно значимое снижение показателя жировой массы (кг) ( $p = 0,007$ ) у пациентов основной группы.

**ОБСУЖДЕНИЕ.** Поддержание здорового веса тела, а также борьба с ожирением являются мерами вторичной профилактики первой линии, рекомендованными всем пациентам с ПТФС нижних конечностей. Для контроля за динамикой композитного состава тела эффективным чувствительным методом является метод биоимпедансометрии, позволяющий оценить редукцию внеклеточной жидкости (противоотечный эффект) и жировой массы тела (липолитический эффект).

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Методика биоимпедансометрии, использованная для оценки композитного состава тела, показала высокую чувствительность и позволила установить большую эффективность разработанного комплекса, включающего ВЛОК с длиной волны низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) 635 нм в снижении жировой массы.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** хронические заболевания вен, посттромбофлебитический синдром, ожирение, биоимпедансометрия, состав тела.

**Для цитирования / For citation:** Кончугова Т.В., Фесюн А.Д., Апханова Т.В., Кульчицкая Д.Б., Васильева В.А., Юрова О.В., Морунова В.А. Эффективность комплексной медицинской реабилитации пациентов с посттромбофлебитическим синдромом нижних конечностей и ожирением: рандомизированное клиническое исследование. Вестник восстановительной медицины. 2023; 22(4):71-79. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-71-79> [Konchugova T.V., Fesyun A.D., Apkhanova T.V., Kulchitskaya D.B., Vasileva V.A., Yurova O.V., Morunova V.A. Effectiveness of Complex Medical Rehabilitation of Patients with Postthrombophlebitic Syndrome of Lower Extremities and Obesity: a Randomized Clinical Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(4):71-79. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-71-79> (In Russ.)]

\* **Для корреспонденции:** Васильева Валерия Александровна, E-mail: [vasilevava@nmicrk.ru](mailto:vasilevava@nmicrk.ru)

Статья получена: 19.05.2023

Статья принята к печати: 21.07.2023

Статья опубликована: 31.08.2023

# Effectiveness of Complex Medical Rehabilitation of Patients with Postthrombophlebitic Syndrome of Lower Extremities and Obesity: a Randomized Clinical Study

 Tatiana V. Konchugova,  Anatoliy D. Fesyun,  Tatiana V. Apkhanova,  Detelina B. Kulchitskaya,  Valeriia A. Vasileva\*,  Olga V. Yurova,  Valentina A. Morunova

National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russian Federation

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** The relevance of the development of comprehensive rehabilitation programmes for patients with postthrombophlebitic syndrome (PTPS) is due to the high frequency of disability and a significant reduction in their quality of life. Since obesity and excessive body weight are proven risk factors for the development and progression of chronic vein diseases, weight reduction is one of the important tasks of rehabilitation measures in patients with PTPS and concomitant obesity.

**AIM.** Comparative study of the influence of complex methods of medical rehabilitation, including various methods of laser blood irradiation (supravascular and intravenous), pulse magnetotherapy and dry carbon baths, on the dynamics of indicators of composite body composition according to bioimpedance measurements in patients with postthrombophlebitic syndrome of the lower extremities and obesity.

**MATERIALS AND METHODS.** A randomized prospective study was conducted on the basis of the Department of Medical Rehabilitation of Patients with Somatic Diseases of National Medical Research Center of Rehabilitation and Balneology of the Ministry of Health of Russia. The study included 40 patients with PTS of the lower extremities and accompanying obesity, the average age of which was 58.3 [51.5; 68.0] year, randomized to two groups. The patients of the 1st group received Intravenous laser blood irradiation (ILIB) ("Lazmik", Russia), impulse magnetotherapy and dry carbon baths, as well as therapeutic gymnastics in the hall. The patients of the 2nd group received a complex that included supravascular laser irradiation of blood ("Azor-2K", Russia), pulse magnetic therapy, and dry carbon baths, as well as therapeutic gymnastics in the gym. Anthropometric measurements (body mass, malleolar volume) were used for the evaluation of anti-edema and lipolytic effects after a comprehensive course of medical rehabilitation, as well as bioimpedance measurement of body composition ("MEDASS", Russia).

**RESULTS.** In patients with PTS of the lower extremities and obesity, after carrying out a course of medical rehabilitation using preformed physical factors, including various methods of laser irradiation of the blood (supravascular and intravenous), a significant decrease in body weight indicators was observed ( $p < 0.001$ ), a decrease in BMI ( $p < 0.001$ ), total and extracellular fluid ( $p < 0.001$ ) without significant differences between groups. A significant decrease in the index of fat mass (kg) ( $p = 0.007$ ) was found in patients of the main group.

**DISCUSSION.** Maintaining a healthy body weight as well as combating obesity are first-line secondary prevention measures recommended for all patients with PTS of the lower extremities. For the control of the dynamics of the composite composition of the body, an effective and sensitive method is the method of bioimpedance measurement, which allows to estimate the reduction of extracellular fluid (anti-flow effect) and fat mass of the body (lipolytic effect).

**CONCLUSION.** The method of bioimpedance measurement, used for the evaluation of the composite composition of the body, showed high sensitivity and allowed to establish the greater effectiveness of the developed complex, which includes ILIB with a wavelength of low-intensity laser radiation (NILI) of 635 nm in reducing fat mass.

**KEYWORDS:** chronic venous diseases, postthrombophlebitic syndrome, obesity, bioimpedance measurement, body composition

**For citation:** Konchugova T.V., Fesyun A.D., Apkhanova T.V., Kulchitskaya D.B., Vasileva V.A., Yurova O.V., Morunova V.A. Effectiveness of Complex Medical Rehabilitation of Patients with Postthrombophlebitic Syndrome of Lower Extremities and Obesity: a Randomized Clinical Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(4):71-79. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-71-79> (In Russ.).

\* **For correspondence:** Valeriia A. Vasileva, E-mail: VasilevaVA@nmicrk.ru

**Received:** 19.05.2023

**Accepted:** 21.07.2023

**Published:** 31.08.2023

## ВВЕДЕНИЕ

Ожирение является известным фактором риска развития хронических заболеваний вен (ХЗВ) [1, 2]. Известно, что распространенность ХЗВ нижних конечностей, особенно в развитых странах, неуклонно растет, как и рас-

пространенность ожирения [3–5]. Хроническая венозная недостаточность (ХВН) является следствием ХЗВ. Многие источники показывают, что ожирение увеличивает риск ХЗВ в 3,28–3,6 раза. Наличие ожирения увеличивает корреляционную зависимость большего значения клини-

ческого класса ХЗВ по СЕАР [6–8]. Увеличение индекса массы тела (ИМТ) и окружности талии (ОТ) также связано с более высоким клиническим классом ХЗВ по классификации СЕАР [7, 8].

По мнению А.Г. Хитарьян и соавт. (2022 г.), хирургическое лечение ХВН малоэффективно при наличии ожирения, поэтому бариатрические операции могут предшествовать вмешательству на венах нижних конечностей при крайней степени ожирения [9].

Влияние немедикаментозных программ медицинской реабилитации с использованием природных и преформированных физических факторов на состав тела при ожирении можно оценить посредством измерения состава тела методом биоимпедансометрии [10, 11]. Таким образом, влияние комплексных программ медицинской реабилитации с использованием преформированных физических факторов у пациентов с ПТФС нижних конечностей и ожирением на показатели вариабельности композитного состава тела отображает тенденции к уменьшению выраженности абдоминального ожирения и ассоциирующегося с ним высокого риска развития ПТФС, чем обычное отслеживание динамики массы тела.

## ЦЕЛЬ

Сравнительное изучение влияния комплексных методов медицинской реабилитации, включающих различные методики лазерного облучения крови (надсосудистую и внутривенную), общую магнитотерапию и суховоздушные углекислые ванны, на динамику показателей композитного состава тела по данным биоимпедансометрии у пациентов с посттромбофлебитическим синдромом (ПТФС) нижних конечностей и ожирением.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования: проведено рандомизированное проспективное исследование в двух параллельных группах на базе отделения медицинской реабилитации пациентов с соматическими заболеваниями ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России. В протокол исследования были включены пациенты с диагнозом ПТФС и с ИМТ  $\geq 30$  кг/м<sup>2</sup> среднего возраста 58,3 [51,5; 68,0] года. Все пациенты поступили для проведения курса медицинской реабилитации не ранее чем через 6 месяцев после перенесенного тромбоза глубоких вен нижних конечностей.

Методом простой рандомизации пациенты были распределены на две группы по 20 человек в каждой — основную (группа 1) и группу сравнения (группа 2). Пациенты обеих групп прошли 14-дневный курс медицинской реабилитации на фоне низкокалорийной диеты (НКД).

Пациенты группы 1 получили по 10 процедур внутривенного лазерного облучения крови (ВЛОК) на аппарате «ЛАЗМИК-ВЛОК» (Россия), длина волны НИЛИ — 635 нм, мощностью 2 мВт с экспозицией 15 минут, ежедневно; общей магнитотерапии с воздействием вращающегося магнитного поля на аппарате «Магнитотурботрон» («Мадин», Россия), индукцией 1,5–2 мТл и длительностью 20 минут, ежедневно; суховоздушных углекислых ванн на аппарате «Реабокс» (Россия), длительность — 15 минут, ежедневно, а также 10 процедур лечебной гимнастики (ЛГ) в зале по методике Brunner U.

Пациенты группы 2 получали аналогичные процедуры, но, в отличие от основной группы вместо ВЛОК

на область проекции кубитальных вен проводилась надсосудистая лазерная терапия в инфракрасном диапазоне в ауторезонансном режиме (аппарат «Азор-2К», ООО «АЗОР», Россия), длина волны 880 нм, мощность 4–6 Вт/имп., длительность 10 минут, ежедневно (на курс 10 процедур).

Все пациенты, вошедшие в исследование, прошли общеклиническое обследование, в том числе измерение массы тела (кг), роста (м), расчет ИМТ (кг/м<sup>2</sup>), измерение ОТ (см), окружности бедер (ОБ) (см). С помощью биоимпедансометрии на анализаторе биоимпедансных обменных процессов и состава тела АВС-02 «Медасс» (ООО НТЦ «Медасс», Россия) исследовали композитный состав тела. Диагностику проводили всем пациентам в положении лежа на спине, под контролем врача, через 2 часа после завтрака. Далее, на доминантную руку (кость) и ногу (голень и стопа на расстоянии 2–3 см) накладывались электроды и проводились измерения [12]. Из протокола биоимпедансометрии сравнивались такие показатели, как масса тела (кг), ИМТ (кг/м<sup>2</sup>), ОТ (см), ОБ (см), жировая масса тела (кг), скелетно-мышечная масса (кг), общая жидкость (кг), внеклеточная жидкость (кг), тощая (безжировая) масса тела (кг), активная клеточная масса (кг). Исследование проводилось всем пациентам исходно и через 14 дней.

Пациенты в обеих группах были консультированы врачом-эндокринологом с целью исключения нарушенного углеводного обмена. В течение курса медицинской реабилитации пациентам была рекомендована низкокалорийная диета (НКД) с ограничением простых углеводов и жиров. Таким образом, суточная калорийность составляла 1200 ккал для женщин и 1500 ккал для мужчин. Также в течение всего периода наблюдения пациентам была рекомендована умеренная физическая активность (использование лестницы, отказ от лифта, ходьба в умеренном темпе (под контролем частоты сердечных сокращений) не менее 20 минут).

Все переменные статистического анализа выполнялись в программе Microsoft Statistica для Windows, версия 20 и программного обеспечения Stat Soft. Inc. Версия 11 для Windows (Stat Soft. Inc., 2300 Восток 14 ул., Тулса, ОК 74104, США, авторские права, 2011 г.) с использованием параметрических и непараметрических методов. При значениях репрезентативной выборки, подчиняющейся нормальному закону распределения, все значения описывались в виде среднего и стандартного отклонения —  $M \pm \sigma$ . Для переменных непрезентативной выборки и значений, не подчиняющихся нормальному закону распределения, данные описывались в виде медианы и 25-го и 75-го квартилей —  $Me [Q1; Q3]$ . Для сравнения между основной и группой сравнения проводился анализ с использованием t-критерия Стьюдента при нормальном распределении или U-критерий Манна — Уитни при ненормальном. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимался равным 0,05.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

По результатам рандомизации 40 пациентов, включенных в исследование, в группу 1 вошли 20 пациентов с ПТФС и ожирением (16 женщин и 4 мужчин) в возрасте от 40 до 70 лет. Средний возраст пациентов был 56,5 [45,0; 68,0] года, вес составил  $89,5 \pm 17,1$  кг, ИМТ —  $89,5 \pm 17,1$  кг/м<sup>2</sup>,



ОТ — 100,0 [94,0; 114,0] см, ОБ — 114,0 [110,0; 130,0] см. Группу 2 составили также 20 пациентов с ГТФС и ожирением (17 женщин и 3 мужчин), средний возраст — 59,0 [49,0; 69,0] года, вес —  $91,5 \pm 18,4$  кг, ИМТ — 32,6 [30,9; 36,9] кг/м<sup>2</sup>, ОТ — 98,5 [91,0; 112,8] см, ОБ — 113,5 [107,0; 122,0] см. По базовым характеристикам обе группы были равнозначны и статистически не различались ( $p > 0,05$ ) по вышеуказанным показателям (табл. 1). Все пациенты в обеих группах завершили курс медицинской реабилитации. Динамическое исследование через 2 недели (14 дней) прошли 20 пациентов в группе 1 и 20 пациентов в группе 2.

В результате анализа полученных данных, через 14 дней, сразу после завершения курса медицинской реабилитации, в основной группе значимо уменьшились средние значения массы тела с 89,5 [80,0; 101,0] до 88,0 [78,0; 100,0] кг ( $p = 0,0002$ ), ИМТ — с 32,3 [31,3; 37,5] до 31,6 [30,6; 37,1] кг/м<sup>2</sup> ( $p = 0,0003$ ), ОБ — с 114,0 [110,0; 130,0] до 113,0 [108,0; 130,0] см ( $p = 0,001$ ), ОТ — с 100,0 [94,0; 114,0] до 98,0 [93,0; 113,0] см ( $p = 0,0001$ ) (рис. 1).

При оценке результатов после завершения курса реабилитации у пациентов в группе сравнения статистически значимо уменьшился показатель снижения ОТ с 98,5 [91,0; 112,8] до 99,5 [93,0; 113,0] см,  $p = 0,0003$ , ОБ — с 113,5 [107,0; 122,0] до 113,0 [107,0; 118,0] см,  $p = 0,0002$ . При этом статистически значимых результатов показателей снижения массы тела с 91,5 [80,0; 101,0] до 89,7 [80,0; 101,0] кг,  $p = 0,06$ , ИМТ — с 32,6 [30,9;

36,9] до 31,8 [29,5; 36,0] кг/м<sup>2</sup>,  $p = 0,01$ , получено не было (рис. 1).

При сравнении результатов после завершения курса реабилитации нами не было получено достоверных различий между показателями снижения массы тела в килограммах ( $p = 0,24$ ), ИМТ — в кг/м<sup>2</sup> ( $p = 0,48$ ), ОТ — в сантиметрах ( $p = 0,79$ ), ОБ — в сантиметрах ( $p = 0,65$ ), между основной группой и группой сравнения.

Данные биоимпедансометрии показали достоверное снижение показателей композитного состава тела у пациентов группы 1 после завершения курса реабилитации, таких как снижение жировой массы в килограммах ( $p = 0,001$ ), уменьшение активной клеточной массы в килограммах ( $p = 0,02$ ), уменьшение общей жидкости в килограммах ( $p = 0,0003$ ) и внеклеточной жидкости в килограммах ( $p = 0,0003$ ). При этом достоверного снижения тощей массы в килограммах ( $p = 0,15$ ) и скелетно-мышечной массы ( $p = 0,2$ ) обнаружено не было (табл. 2).

Также через 14 дней после начала курса реабилитации в группе сравнения мы выявили достоверное снижение жировой массы в килограммах ( $p = 0,0002$ ), уменьшение общей жидкости в килограммах ( $p = 0,00001$ ) и внеклеточной жидкости в килограммах ( $p = 0,000007$ ), снижение тощей массы в килограммах ( $p = 0,02$ ) и активной клеточной массы в килограммах ( $p = 0,0006$ ). Достоверного снижения скелетно-мышечной массы в килограммах ( $p = 0,1$ ) в группе 2 получено не было (см. табл. 2).

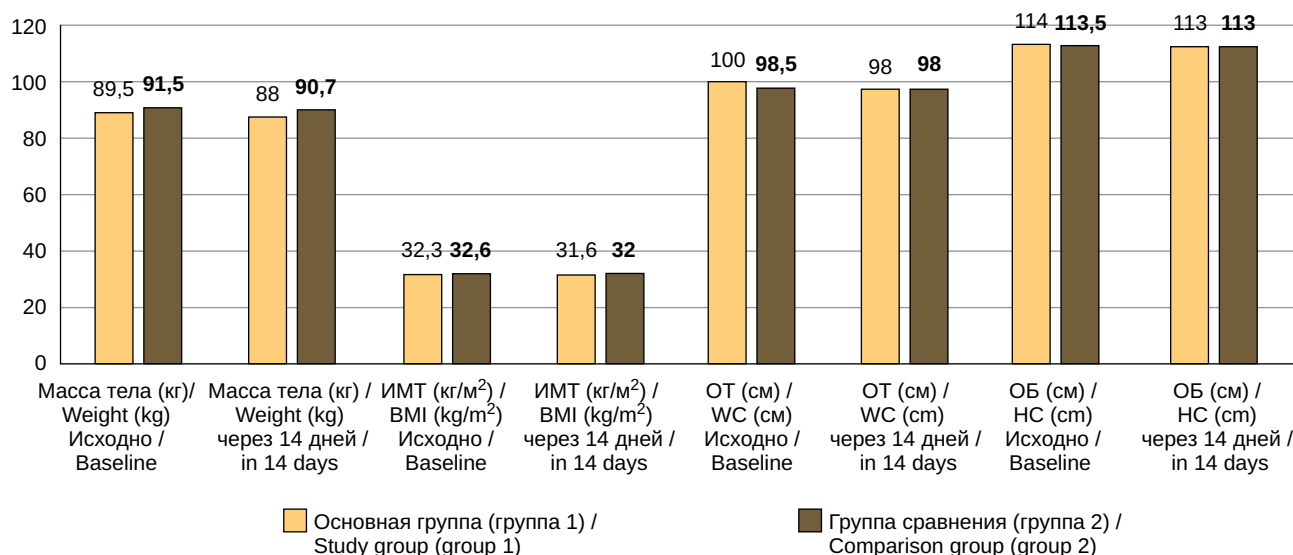
**Таблица 1.** Исходные характеристики исследуемых групп пациентов с посттромбофлебитическим синдромом нижних конечностей и ожирением перед началом медицинской реабилитации

**Table 1.** Initial characteristics of the studied groups of patients with post-thrombophlebitic syndrome of the lower extremities with obesity before the start of medical rehabilitation

Показатели / Parameters	Основная группа (группа 1) / Study group (group 1)	Группа сравнения (группа 2) / Comparison group (group 2)	<i>p</i>
Количество пациентов / Number of patients	20	20	1,0
Мужчины /женщины / Men /Women	4/16	3/17	0,23
Возраст (годы) / Age (years old)	56,5 [45,0; 68,0]	59,0 [49,0; 69,0]	0,6
Рост (см) / Height (cm)	167,0 [162,0; 170,0]	165,2 [161,0; 170,0]	0,3
Масса тела (кг) / Weight (kg)	$89,5 \pm 17,1$	$91,5 \pm 18,4$	0,62
ИМТ (кг / м <sup>2</sup> ) / BMI (kg / m <sup>2</sup> )	32,3 [31,3; 37,5]	32,6 [30,9; 36,9]	0,60
ОТ (см) / WC (cm)	100,0 [94,0; 114,0]	98,5 [91,0; 112,8]	0,47
ОБ (см) / HC (cm)	114,0 [110,0; 130,0]	113,5 [107,0; 122,0]	0,3

**Примечание:** значения показателей приведены в виде абсолютных величин,  $M \pm \sigma$  или  $Me [Q1; Q3]$ . Для сравнения различий между группами использовали *t*-критерий Стьюдента или критерий Манна — Уитни.

**Note:** the values of indicators are given in the form of absolute values,  $M \pm \sigma$  or  $Me [Q1; Q3]$ . To compare differences between groups were used Student's *t*-test or Mann-Whitney test.



**Рис. 1.** Изменение антропометрических показателей в группах после курса медицинской реабилитации  
**Fig. 1.** Changes in anthropometric indicators in groups after a course of medical rehabilitation

**Примечание:** Значения показателя представлены в виде медиан. Различия статистически значимы при значениях коэффициента достоверности  $p$ : \* —  $p < 0,001$  в сравнении с исходным уровнем.

**Note:** The indicator values are presented as medians. Differences are statistically significant at the values of the coefficient of reliability  $p$ : \* —  $p < 0.001$  compared to baseline values.

Данные исследования композитного состава тела с помощью биоимпедансометрии продемонстрировали преимущества исследуемого комплекса реабилитации, применявшегося у пациентов группы 1, по сравнению с группой 2 по снижению жировой массы в килограммах ( $p = 0,007$ ) (см. табл. 2). При этом по количеству тощей массы в килограммах ( $p = 0,64$ ), активной клеточной массы в килограммах ( $p = 0,28$ ), скелетно-мышечной массы в килограммах ( $p = 0,65$ ), общей ( $p = 0,17$ ) и внеклеточной жидкости ( $p = 0,34$ ) группы достоверно не различались (см. табл. 2).

## ОБСУЖДЕНИЕ

Ожирение влияет на распространенность тяжелой клинической симптоматики ХЗВ и отрицательно воздействует на гемодинамический характер венозного кровотока нижних конечностей [8]. Согласно ряду исследований, ожирение увеличивает риск развития тяжелых форм ХЗВ (С4–С6 по CEAP) в 2,7 раза [13, 14].

Несмотря на широкую распространенность и актуальность проблемы ПТФС нижних конечностей у пациентов с ожирением, имелась серьезная нехватка качественных научных работ по исследованию композитного состава тела при применении персонализированных программ медицинской реабилитации с использованием природных и преформированных физических факторов [15].

В исследовании N. Evans и V. Ratchford (2010) был выявлен вероятный патогенетический механизм развития ХЗВ у лиц с избыточной массой тела (ИМТ  $> 25$  кг/м<sup>2</sup>) [16], который заключался в том, что увеличение висцерального жира ведет к повышению внутрибрюшного давления и приводит к компрессии илеофemorального венозного сегмента. В свою очередь, данный механизм связан с развитием увеличения давления в бедренных венах и нарушением оттока венозной крови от нижних конечностей [16]. Все это приводит к развитию отека и проявлению варикозно-расширенных вен и телеангиоэктазий [16]. Так,

например, увеличение ОТ и ОБ не только увеличивает риск развития абдоминального ожирения, но и ведет к интраабдоминальной гипертензии и негативно влияет на венозную гемодинамику нижних конечностей [17].

Данное исследование посвящено изучению применения комплексных программ медицинской реабилитации с использованием различных методик лазерного облучения крови (внутривенного и надсосудистого), общей магнитотерапии, суховоздушных углекислых ванн и ЛГ в зале на массу тела и показатели композитного состава тела у пациентов с ПТФС нижних конечностей и ожирением в возрасте 40–70 лет. Было проведено сравнительное исследование 40 пациентов с ПТФС и ожирением.

Результаты данного исследования показали, что у пациентов с ПТФС нижних конечностей и ожирением, средний возраст которых составил 58,3 года, применение предложенных комплексных программ медицинской реабилитации с использованием природных и преформированных физических факторов способствует достоверному снижению массы тела в килограммах ( $p < 0,001$ ), что составляет 1,8 %, снижению ИМТ в кг/м<sup>2</sup> ( $p < 0,001$ ), что составляет 2,2 %, снижению ОТ и ОБ в сантиметрах ( $p < 0,001$ ) по сравнению с исходным уровнем и достоверное ( $p < 0,01$ ) снижение жировой массы на 8,4 % по сравнению с группой 2 — 2,2 %.

Установлено, что у людей с ожирением при снижении массы тела, общего и висцерального жира улучшается динамика кинических проявлений ХВН [18]. Тем более что ожирение относится к потенциально модифицируемым заболеваниям.

Вышеуказанные данные согласуются с результатами наших исследований. Масса тела и ИМТ уменьшились за счет комплексного воздействия использования преформированных факторов совместно с назначением НКД и умеренной физической активности. В то же время нами не было получено достоверного различия по композит-

**Таблица 2.** Изменения показателей состава тела по результатам биоимпедансометрии  
**Table 2.** Changes in body composition indicators based on the results of bioimpedance examination

Параметры / Parameters	Этап / Visit	Основная группа (группа 1) / Study group (group 1)	Группа сравнения (группа 2) / Comparison group (group 2)
<b>Жировая масса (кг) / Fat mass (kg)</b>	Исходно / Baseline	35,4 [29,5; 56,3]	35,0 [29,4; 55,5]
	Через 14 дней / in 14 days	32,4 [28,8; 39,1]** ..	34,2 [29,2; 40,8]**
<b>Тощая масса (кг) / Lean mass (kg)</b>	Исходно / Baseline	59,4 [50,4; 62,4]	56,8 [50,5; 62,4]
	Через 14 дней / in 14 days	59,0 [51,6; 62,0]	56,6 [51,6; 62,0]*
<b>Активная клеточная масса (кг) / Active cell mass (kg)</b>	Исходно / Baseline	35,8 [29,0; 36,9]	33,2 [30,4; 36,9]
	Через 14 дней / in 14 days	35,1 [27,8; 36,4]*	32,4 [28,2; 36,4]***
<b>Скелетно-мышечная масса (кг) / Musculoskeletal mass (kg)</b>	Исходно / Baseline	29,1 [22,6; 27,0]	25,2 [22,6; 27,1]
	Через 14 дней / in 14 days	28,7 [21,9; 26,8]	25,6 [22,1; 28,1]
<b>Общая жидкость (кг) / Total fluid volume (kg)</b>	Исходно / Baseline	40,7 [35,4; 44,1]	40,1 [35,2; 44,1]
	Через 14 дней / in 14 days	38,3 [34,8; 42,4]***	38,9 [34,4; 42,8]***
<b>Внеклеточная жидкость (кг) / Extracellular fluid volume (kg)</b>	Исходно / Baseline	17,9 [15,4; 19,1]	17,5 [15,4; 19,0]
	Через 14 дней / in 14 days	16,4 [15,2; 18,0]***	16,7 [15,2; 18,0]***

**Примечание:** Различия между группами статистически значимы при значениях коэффициента достоверности *p*: \* — *p* < 0,05; \*\* — *p* < 0,01; \*\*\* — *p* < 0,001 в сравнении с исходным уровнем; .. — *p* < 0,01 в сравнении группой 2.

**Note:** Differences are statistically significant at the values of the coefficient of reliability *p*: \* — *p* < 0.05; \*\* — *p* < 0.01; \*\*\* — *p* < 0.001 compared to baseline values; .. — *p* < 0.01 compared to group 2.

ному составу тела в группе 1 и группе 2, кроме показателей значимого снижения жировой массы, что показывает преимущества применения программы медицинской реабилитации, включающей ВЛОК на фоне общей магнитотерапии, суховоздушных углекислых ванн у пациентов с ПТФС нижних конечностей и ожирением, реализующиеся, по-видимому, за счет влияния ВЛОК на каскад провоспалительных цитокинов, экспрессируемых в том числе висцеральной жировой тканью, что согласуется с ранее проведенными немногочисленными исследованиями, посвященными влиянию ВЛОК различных длин волн (635 нм/880 нм) на экспрессию маркеров воспаления [19]. В исследовании Evans DN (2008) доказан более выраженный противовоспалительный эффект при воздействии лазерного облучения крови длиной волны 635 нм, что согласуется с нашими результатами [20].

Ожирение в настоящее время рассматривается как неспецифическое системное воспаление, возникающее в результате местных иммунных реакций в висцеральной жировой ткани, которое опосредует широкий спектр провоспалительных цитокинов. В проведенных исследованиях выявлено повышение секреции гипертрофированными адипоцитами висцеральной жировой ткани провоспалительных цитокинов (TNF-α и IL-6) [19, 20]. Установлено также, что повышенные медиаторы воспаления являются факторами риска ТГВ и ПТФС.

Физическая активность модулирует выработку цитокинов у людей с ожирением, что может иметь положительный эффект в профилактике сопутствующих заболеваний у людей с ожирением. Помимо редукции массы тела, физическая активность может дополнительно смягчить воспаление за счет улучшения функции эндотелия,

повышения чувствительности к инсулину, улучшения здоровья печени и увеличения тканевого ангиогенеза и кровотока [21–23].

Таким образом, поддержание здорового веса тела, а также борьба с ожирением являются мерами вторичной профилактики первой линии, рекомендованными всем пациентам с ПТФС нижних конечностей. Для контроля за динамикой композитного состава тела эффективным чувствительным методом контроля данных показателей является метод биоимпедансометрии.

Учитывая полученные данные, пациентам, получающим курс медицинской реабилитации, в том числе с ПТФС нижних конечностей и ожирением, рекомендуется проводить оценку состава тела с помощью биоимпедансометрии с целью формирования персонализированных программ с использованием преформированных физических факторов.

Результаты представленного исследования доказывают, что комплексная немедикаментозная медицинская реабилитация пациентов с ПТФС с применением ВЛОК, импульсной магнитотерапии, суховоздушных углекислых ванн и лечебной гимнастики приводит к более выраженному снижению жировой массы, что предполагает уменьшение активности системного воспаления, тесно связанного с повышенным риском тромбообразования.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследования подтвердили высокую клиническую эффективность предложенных реабилитационных комплексов, включающих применение природных и преформированных физических факторов, таких как общая магнитотерапия с воздействием вращающегося магнитного поля, различные методики лазерного облучения крови (внутривенная и надсосудистая), суховоздушные углекислые ванны, ЛГ в зале у пациентов с посттромбофлебитическим синдромом нижних конечностей и ожирением, что сопровождалось, по данным биоимпедансометрии, снижением показателей массы тела в килограммах ( $p < 0,001$ ), снижением ИМТ в  $\text{кг}/\text{м}^2$  ( $p < 0,001$ ), снижением ОТ и ОБ в сантиметрах ( $p < 0,001$ ), общей жидкости ( $p < 0,001$ ) и внеклеточной жидкости ( $p < 0,001$ ). В исследовании не было получено достоверных различий между показателями снижения массы тела в килограммах, ИМТ — в  $\text{кг}/\text{м}^2$ , ОБ и ОТ — в сантиметрах между основной группой и группой сравнения.

Таким образом, использование методики биоимпедансометрии для анализа композитного состава тела показало высокую чувствительность и позволило установить большую эффективность 1-го комплекса, включающего ВЛОК с длиной волны НИЛИ 635 нм в снижении жировой массы, что может способствовать общему снижению рисков рецидивирования венозного тромбоза, поскольку хроническое воспаление, обусловленное ожирением, и нарушение фибринолиза, по-видимому, являются основными эффекторными механизмами тромбообразования при ожирении [24, 25].

Таким образом, использование методики биоимпедансометрии для анализа композитного состава тела показало высокую чувствительность и позволило установить большую эффективность 1-го комплекса, включающего ВЛОК с длиной волны НИЛИ 635 нм в снижении жировой массы, что может способствовать общему снижению рисков рецидивирования венозного тромбоза, поскольку хроническое воспаление, обусловленное ожирением, и нарушение фибринолиза, по-видимому, являются основными эффекторными механизмами тромбообразования при ожирении [24, 25].

## 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>

**Фесюн Анатолий Дмитриевич**, доктор медицинских наук, профессор кафедры организации здравоохранения и санаторно-курортного дела, и.о. директора ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3097-8889>

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

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

**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>

**Васильева Валерия Александровна**, кандидат медицинских наук, научный сотрудник отдела соматической реабилитации, репродуктивного здоровья и активного долголетия ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

E-mail: [vasilevava@nmicrk.ru](mailto:vasilevava@nmicrk.ru);

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

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

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

**Морунова Валентина Андреевна**, младший научный сотрудник ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5791-2770>

**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). Кончугова Т.В., Фесюн А.Д. — концепция протокола исследования, формулирование выводов, корректировка текста статьи; Кульчицкая Д.Б., Юрова О.В. — концепция протокола исследования; Апханова Т.В., Васильева В.А. — набор исследуемого материала, статистическая обработка и анализ данных, написание статьи, формулирование выводов; Морунова В.А. — набор исследуемого материала.

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

**Конфликт интересов.** Фесюн А.Д. — главный редактор журнала «Вестник восстановительной медицины». Юрова О.В. — заместитель главного редактора журнала «Вестник восстановительной медицины». Остальные авторы заявляют отсутствие 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 было одобрено на заседании локаль-

ного этического комитета ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России от 23.12.2020, протокол № 10.

**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 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>

**Anatoliy D. Fesyun**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Department of Healthcare Organization and Health Resorts, Acting Director, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3097-8889>

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

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

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

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

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

E-mail: [vasilevava@nmicrk.ru](mailto:vasilevava@nmicrk.ru);

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

**Olga V. Yurova**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Deputy Director for Educational and Scientific Activities, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

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

**Valentina A. Morunova**, Junior Researcher of Department of Physiotherapy and Reflexotherapy, National Medical Research

Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5791-2770>

**Author contribution.** 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). Konchugova T.V., Fesyun A.D. — concept of the research of the study, formulation of conclusions; Kulchitskaya D.B., Yurova O.V. — concept of the research of the study; Apkhanova T.V., Vasileva V.A. — set of research material, statistical processing and analysis of data, writing an article, formulating conclusions; Morunova V.A. — set of research material.

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

**Disclosure.** Fesyun A.D. — Editor-in-Chief of the Journal «Bulletin of Rehabilitation Medicine». Yurova O.D. — Deputy Editor-in-Chief of the Journal «Bulletin of Rehabilitation Medicine». The other 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. This study was approved by the Ethical Committee of the National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology of the Ministry of Health of Russia, Protocol No. 10, 23.12.2023.

**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. Камаев А.А., Булатов В.Л., Вахра́тьян П.Е. и др. Варикозное расширение вен. Флебология. 2022; 16(1): 41–108. <https://doi.org/10.17116/flebo20221601141> [Kamaev A.A., Bulatov V.L., Vakhratyanyan P.E. et al. Flebologiya. 2022; 16(1): 41–108. <https://doi.org/10.17116/flebo20221601141> (In Russ.).]
2. Millen R.N., Thomas K.N., Versteeg M.P.T., Van Rij A.M. Popliteal vein compression, obesity, and chronic venous disease. *Journal of Vascular Surgery: Venous and Lymphatic Disorders*. 2022; 10(1): 200–208. <https://doi.org/10.1016/j.jvsv.2021.05.013>
3. Davies H.O., Popplewell M., Singhal R., Smith N., Bradbury A.W. Obesity and lower limb venous disease — The epidemic of phlebesity. *Phlebology*. 2017; 32(4): 227–233. <https://doi.org/10.1177/0268355516649333>
4. Vuylsteke M.E., Thomis S., Guillaume G. et al. Epidemiological study on chronic venous disease in Belgium and Luxembourg: prevalence, risk factors, and symptomatology. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2015; 49(4): 432–9. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2014.12.031>
5. Fukaya E., Flores A.M., Lindholm D. et al. Clinical and Genetic Determinants of Varicose Veins. *Circulation*. 2018; 138(25): 2869–2880. <https://doi.org/10.1161/circulationaha.118.035584>
6. Robertson L., Lee A.J., Evans C.J. et al. Incidence of chronic venous disease in the Edinburgh Vein Study. *Journal of Vascular Surgery: Venous and Lymphatic Disorders*. 2013; 1(1): 59–67. <https://doi.org/10.1016/j.jvsv.2012.05.006>
7. Criqui M.D., Denenberg J.O., Bergan J. et al. Risk factors for chronic venous disease: The San Diego Population Study. *Journal of Vascular Surgery*. 2007; 46(2): 331–337. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2007.03.052>
8. Seidel A.C., Belczak C.E.Q., Campos M.B. et al. The impact of obesity on venous insufficiency. *Phlebology*. 2015; 30(7): 475–480. <https://doi.org/10.1177/0268355514551087>
9. Хитарьян А.Г., Бурцев С.С., Орехов А.А. и др. Хронические заболевания вен у лиц с избыточной массой тела и морбидным ожирением. Флебология. 2022; 16(1): 17–22. <https://doi.org/10.17116/flebo20221601117> [Khitaryan A.G., Burtsev S.S., Orekhov A.A. et al. Chronic Venous Disease in Overweight People with Morbid Obesity. *Flebologiya*. 2022; 16(1): 17–22. <https://doi.org/10.17116/flebo20221601117> (In Russ.).]
10. Suehiro K., Morikage N., Harada T. et al. Extracellular Fluid Content in the Legs of Patients with Chronic Venous Disease. *Annals of Vascular Surgery*. 2021; 71: 215–219. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2020.07.046>

11. Suehiro K., Morikage N., Yamashita O. et al. Correlation Between the Severity of Subcutaneous Echo-Free Space and the Amount of Extracellular Fluid Determined by Bioelectrical Impedance Analysis of Leg Edema. *Lymphatic Research and Biology*. 2017; 15(2): 172–176. <https://doi.org/10.1089/lrb.2016.0041>
12. Lee S.Y., Gallagher D. Assessment methods in human body composition *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*. 2008; 11: 566–572. <https://doi.org/10.1097/MCO.0b013e32830b5f23>
13. Padberg F. Jr., Cerveira J.J., Lal B.K. et al. Does severe venous insufficiency have a different etiology in the morbidly obese? Is it venous? *Journal of Vascular Surgery*. 2003; 37(1): 79–85. <https://doi.org/10.1067/mva.2003.61>
14. Garcia-Gimeno M., Rodriguez-Camarero S., Tagarro-Villalba S. et al. Reflux patterns and risk factors of primary varicose veins' clinical severity. *Phlebology*. 2013; 28(3): 153–161. <https://doi.org/10.1258/phleb.2011.011114>
15. Ende-Verhaar Y.M., Tick L.W., Klok F.A. et al. Post-thrombotic syndrome: Short and long-term incidence and risk factors. *Thrombosis Research*. 2019; 177: 102–109. <https://doi.org/10.1016/j.thromres.2019.03.003>
16. Evans N.S., Ratchford V.E. The swollen leg. *Vascular Medicine*. 2016; 21(6): 562–564. <https://doi.org/10.1177/1358863x16672576>
17. Ross R., Neeland I.J., Yamashita S. et al. Waist circumference as a vital sign in clinical practice: a Consensus Statement from the IAS and ICCR Working Group on Visceral Obesity. *Nature Reviews Endocrinology*. 2020; 16(3): 177–189. <https://doi.org/10.1038/s41574-019-0310-7>
18. Lowe G.D. Management of deep vein thrombosis to reduce the incidence of post-thrombotic syndrome. *Phlebology*. 2010; 25(1): 9–13. <https://doi.org/10.1258/phleb.2010.010s02>
19. Derkacz A., Protasiewicz M., Poręba R. et al. Effect of the intravascular low energy laser illumination during percutaneous coronary intervention on the inflammatory process in vascular wall. *Lasers in Medical Science*. 2013; 763–768. <https://doi.org/10.1007/s10103-012-1142-z>
20. Evans D.H., Abrahamse H. Efficacy of three different laser wavelengths for in vitro wound healing. *Photodermatol Photoimmunol Photomed*. 2008; 24(4): 199–210. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0781.2008.00362.x>
21. Trayhurn P., Wood I.S. Adipokines: inflammation and the pleiotropic role of white adipose tissue. *British Journal of Nutrition*. 2004; 92(3): 347–55. <https://doi.org/10.1079/bjn20041213>
22. El-Wakkad A., Hassan Nel-M., Sibaii H., El-Zayat S.R. Proinflammatory, anti-inflammatory cytokines and adiponkines in students with central obesity. *Cytokine*. 2013; 61(2): 682–7. <https://doi.org/10.1016/j.cyto.2012.11.010>
23. You T., Arsenis N.C., Disanzo B.L., Lamonte M.J. Effects of exercise training on chronic inflammation in obesity: current evidence and potential mechanisms. *Sports Medicine*. 2013; 43(4): 243–56. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0023-3>
24. Kaspis C., Thompson P.D. The effects of physical activity on serum C-reactive protein and inflammatory markers: a systematic review. *Journal of the American College of Cardiology*. 2005; 45(10): 1563–9. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2004.12.077>
25. Blokhin I.O., Lentz S.R. Mechanisms of thrombosis in obesity. *Current Opinion in Hematology*. 2013; 20(5): 437–44. <https://doi.org/10.1097/MOH.0b013e3283634443>

Оригинальная статья / Original article

УДК: 616.8, 616.891, 616.892

DOI: <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-80-89>

## Сравнительный анализ влияния сенсомоторной реабилитации и психотерапевтической методики на психоэмоциональное состояние пациентов в восстановительном периоде инсульта

Кузюкова А.А.\*<sup>ORCID</sup>, Пёхова Я.Г.<sup>ORCID</sup>, Одарущенко О.И.<sup>ORCID</sup>, Юрова О.В.<sup>ORCID</sup>, Фесюн А.Д.<sup>ORCID</sup>

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

### РЕЗЮМЕ

**ВВЕДЕНИЕ.** Инсульт — ведущая причина инвалидизации населения. Вклад в развитие инвалидности, помимо двигательных нарушений, вносят когнитивные и аффективные расстройства. Разработка эффективных программ нейрореабилитации, направленных не только на уменьшение выраженности двигательного дефицита, но и на своевременную коррекцию психоэмоциональных нарушений у пациентов, перенесших инсульт, является весьма актуальной для восстановительной медицины. Ввиду доказанного положительного терапевтического эффекта физических упражнений на тревогу и депрессию, их протекторного воздействия на когнитивные функции, представляет интерес изучение влияния двигательной реабилитации на психоэмоциональные нарушения у пациентов, перенесших инсульт.

**ЦЕЛЬ.** Изучить влияние сенсомоторной реабилитации на аффективные и когнитивные нарушения у пациентов в восстановительном периоде инсульта в сравнении с комплексной психотерапевтической методикой.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** Обследованы сопоставимые по полу, возрасту, сроку и очагу локализации инсульта, выраженности неврологического дефицита две группы пациентов в восстановительном периоде ишемического инсульта (до 2 лет) с наличием тревожных и/или депрессивных расстройств. 1-я группа — 24 пациента — получала курс сенсомоторной реабилитации без целенаправленного воздействия на аффективные нарушения; 2-я группа — 25 пациентов — курс комплексной медико-психологической адаптации продолжительностью по 18 дней. Оценка эффективности реабилитации проводилась при помощи валидированных шкал и опросников (индекс мобильности Ривермид, 6-балльная шкала оценки мышечной силы, модифицированная шкала спастичности Эшфорта; шкалы баланса Берг, депрессии Бека, тревоги Спилбергера — Ханина, MMSE, MoCa; методика «Таблицы Шульте», шкала оценки качества жизни при инсульте SS-QOL). Статистический анализ проводился с помощью программы StatTech v. 2.8.8 (разработчик — ООО «Статтех», Россия).

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.** Проведенная в обеих группах предварительная оценка показала двукратное преобладание тревожных состояний над депрессивными, сопутствующие когнитивные нарушения выявлены у 88 % пациентов, среди которых наиболее часто регистрировались нарушения функции внимания (межгрупповая разница по указанным показателям отсутствовала). После окончания курса как сенсомоторной, так и медико-психологической реабилитации в обеих группах отмечено достоверное снижение уровня ситуативной и личностной тревожности по шкале Спилбергера — Ханина, положительная динамика по шкале MoCa, опроснику SS-QOL, тогда как достоверное снижение уровня депрессии по шкале Бека зарегистрировано только у пациентов 2-й группы на фоне применения специализированных психотерапевтических методик.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Двигательная реабилитация по положительному воздействию на тревогу и когнитивные функции у пациентов, перенесших ишемический инсульт, сопоставима с комплексной психотерапевтической методикой. Двигательную реабилитацию можно рассматривать как один из эффективных способов коррекции тревожных состояний и профилактики когнитивных нарушений у данных пациентов, но не терапии депрессии. В коррекции депрессивных состояний приоритет должен отдаваться специализированному медико-психологическому сопровождению.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** ишемический инсульт, двигательная реабилитация, психотерапия, реабилитация при инсульте, когнитивные расстройства, тревога, депрессия, аффективные расстройства.

**Для цитирования / For citation:** Кузюкова А.А., Пёхова Я.Г., Одарущенко О.И., Юрова О.В., Фесюн А.Д. Сравнительный анализ влияния сенсомоторной реабилитации и психотерапевтической методики на психоэмоциональное состояние пациентов в восстановительном периоде инсульта. Вестник восстановительной медицины. 2023; 22(4):80-89. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-80-89> [Kuzuykova A.A., Pekhova Y.G., Odarushenko O.O., Yurova O.V., Fesyun A.D. Sensorimotor Rehabilitation and Psychotherapeutic Techniques Effect on the Psychoemotional State in the Stroke Recovery Period. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(4):80-89. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-80-89> (In Russ.).]

\* Для корреспонденции: Кузюкова Анна Александровна, E-mail: [kuzuykovaana@nmicrk.ru](mailto:kuzuykovaana@nmicrk.ru), [anna\\_kuzuykova@mail.ru](mailto:anna_kuzuykova@mail.ru)

Статья получена: 26.06.2023

Статья принята к печати: 10.08.2023

Статья опубликована: 31.08.2023

© 2023, Кузюкова А.А., Пёхова Я.Г., Одарущенко О.И., Юрова О.В., Фесюн А.Д.

Anna A. Kuzuykova, Yana G. Pekhova, Olga I. Odarushenko, Olga V. Yurova, Anatoliy D. Fesyun

Эта статья открытого доступа по лицензии CC BY 4.0. Издательство: ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России.

This is an open article under the CC BY 4.0 license. Published by the National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

# Sensorimotor Rehabilitation and Psychotherapeutic Techniques Effect on the Psychoemotional State in the Stroke Recovery Period

 Anna A. Kuzyukova\*,  Yana G. Pekhova,  Olga I. Odarushenko,  Olga V. Yurova,  Anatoliy D. Fesyun

National Research Center for Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russia

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** Stroke is the leading cause of disability of the population. In addition to motor disorders, cognitive and affective disorders contribute to the development of disability. The development of effective neurorehabilitation programs aimed not only at reducing the severity of motor deficits, but also at timely correction of psychoemotional disorders in stroke patients is very relevant for restorative medicine. In view of the proven positive therapeutic effect of physical exercises on anxiety and depression, their protective effect on cognitive functions, it is of interest to study the effect of motor rehabilitation on psychoemotional disorders in stroke patients.

**AIM.** To study the effect of sensorimotor rehabilitation on affective and cognitive disorders in patients in the recovery period of stroke in comparison with a complex psychotherapeutic technique.

**MATERIALS AND METHODS.** The study examined 2 groups of patients in the recovery period of ischemic stroke (up to 2 years) with the presence of anxiety and/or depressive disorders, comparable in gender, age, duration and focus of stroke localization, severity of neurological deficit. The 1st group — 24 patients — received a course of sensorimotor rehabilitation without targeted impact on affective disorders; the 2nd group — 25 patients — a course of complex medical and psychological adaptation lasting 18 days. The effectiveness of rehabilitation was assessed using validated scales and questionnaires (Rivermead Mobility Index, 6-point muscle strength assessment scale, modified Ashfort spasticity scale; Berg balance scales, Beck depression, Spielberger-Khanin anxiety, MMSE, MoCA; Schulte Table Methodology, SS-QOL Stroke Quality of Life Assessment Scale). Statistical analysis was carried out using the StatTech v. 2.8.8 program (developed by Stattech LLC, Russia).

**RESULTS AND DISCUSSION.** The preliminary assessment carried out in both groups showed a twofold predominance of anxiety states over depressive ones, concomitant cognitive impairments were detected in 88 % of patients, among whom attention disorders were most often recorded (there was no intergroup difference in these indicators). After completing the course of both sensorimotor and medico-psychological rehabilitation, both groups showed a significant decrease in the level of situational and personal anxiety on the Spielberger-Khanin scale, positive dynamics on the MoCa scale, the SS-QOL questionnaire, while a significant decrease in the level of depression on the Beck scale was registered only in patients of the 2nd group on against the background of the use of specialized psychotherapeutic techniques.

**CONCLUSION.** Motor rehabilitation is positively comparable with complex medical and psychological adaptation, it affects anxiety and cognitive functions in patients with ischemic stroke, it can be considered as one of the effective ways to correct anxiety states and prevent cognitive impairment in these patients, while in the treatment of depression the priority is should be given to specialized medical and psychological intervention.

**KEYWORDS:** ischemic stroke, motor rehabilitation, psychotherapy, stroke, stroke rehabilitation, cognitive disorders, anxiety, depression, affective disorders.

**For citation:** Kuzyukova A.A., Pekhova Y.G., Odarushenko O.O., Yurova O.V., Fesyun A.D. Sensorimotor Rehabilitation and Psychotherapeutic Techniques Effect on the Psychoemotional State in the Stroke Recovery Period. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(4):80-89. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-80-89> (In Russ.).

\* **For correspondence:** Anna A. Kuzyukova, E-mail: kuzyukovaaa@nmicrk.ru, anna\_kuzyukova@mail.ru

**Received:** 26.06.2023

**Accepted:** 10.08.2023

**Published:** 31.08.2023

## ВВЕДЕНИЕ

Инсульт — ведущая причина инвалидизации населения нашей страны — 3,2 на 1000 населения. По количеству лет жизни, скорректированных по нетрудоспособности (показатель DALY), инсульт является второй причиной инвалидности (после онкологических заболеваний) и остается одной из основных причин потерянных лет потенциальной жизни в мире [1]. Из всех пациентов, перенесших мозговой инсульт, только 10–15 % возвращаются к трудовой деятельности, около 60 % становятся

инвалидами, способными себя обслуживать, и 19–35 % полностью зависимы от окружающих [2]. Инвалидизация после инсульта в большинстве случаев обусловлена двигательными нарушениями, но также в ее развитие вносят вклад когнитивные и аффективные расстройства [3].

Постинсультные когнитивные нарушения регистрируются приблизительно у 50 % пациентов, перенесших острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК), достигая степени деменции в 6–27 % случаев. Применение развернутого нейропсихологического исследования



повышает диагностику и позволяет выявить когнитивные нарушения у 96 % пациентов с инсультами [4]. Наличие когнитивных нарушений негативным образом отражается на процессе реабилитации, функциональной независимости и возвращении к труду пациентов [5]. По данным метаанализа, опубликованного в 2017 г., аффективные расстройства в восстановительном периоде инсульта присутствуют в среднем у 33,5 % пациентов и представлены в основном депрессией, расстройством адаптации и тревогой [6]. Наличие депрессии у пациентов, перенесших инсульт, ассоциируется с более высоким уровнем смертности, плохим восстановлением, более выраженным когнитивным дефицитом и низкими показателями качества жизни, чем у пациентов, у которых депрессия не развилась [7].

Нарушения двигательных функций после инсульта рассматриваются в качестве ведущих причин, влияющих на независимость пациентов в повседневной жизни, в то время как состояние высших психических функций — часто недооценивается. Ввиду вышеперечисленного разработка эффективных программ нейрореабилитации, направленных не только на уменьшение выраженности двигательного дефицита, но и на своевременную коррекцию психоэмоциональных нарушений у пациентов, перенесших инсульт, является весьма актуальной для восстановительной медицины.

Положительный эффект влияния физических упражнений на тревогу и депрессию в настоящее время уже доказан [8–10]. Физические упражнения рекомендуются в качестве основного и дополнительного способов (в зависимости от тяжести состояния) коррекции вышеперечисленных эмоциональных нарушений [8–10], а также для профилактики/замедления прогрессирования когнитивной дисфункции [11, 12]. В этом ключе представляет интерес дальнейшее изучение влияния двигательной реабилитации на эмоциональное состояние и когнитивные функции пациентов, перенесших инсульт, с целью оценки ее эффективности в коррекции данных нарушений. Когнитивно-поведенческая психотерапия (КПТ) целенаправленно воздействует на эмоциональную сферу и является «золотым стандартом» в лечении депрессивных и тревожных состояний [13]. Разработанная в нашем центре методика комплексной медико-психологической реабилитации, включающая разновидность КПТ — рационально-эмотивную поведенческую терапию (РЭПТ), аудиовизуальную стимуляцию и телесно-ориентированную терапию, показала свою эффективность в виде положительного влияния на психоэмоциональное состояние и когнитивные функции пациентов в восстановительном периоде ишемического инсульта [14].

## ЦЕЛЬ

Изучение влияния комплексной сенсомоторной реабилитации на аффективные и когнитивные нарушения у пациентов, перенесших инсульт, в сравнении с целенаправленной комплексной психотерапевтической программой медико-психологической адаптации.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось на базе ФГБУ «НМИЦ РК». Сравнивали две группы пациентов с ишемическим инсультом и сопутствующими аффективными (тревожными

и депрессивными) нарушениями, проходившие курс реабилитации в 2021–2022 гг.

## Критерии включения

В исследование включались пациенты в раннем и позднем восстановительном периоде ишемического инсульта — ИИ (сроком до 2 лет), способные к самостоятельному передвижению и самообслуживанию, давшие добровольное информированное согласие на участие в исследовании. Диагноз ИИ был подтвержден методами нейровизуализации — МРТ/КТ головного мозга.

## Критерии не включения

Данными критериями являлись любые формы эпилепсии, сердечная недостаточность III степени и выше, нестабильная стенокардия, наличие кардиостимулятора, опухоли головного мозга, употребление психотропных и наркотических средств; для пациентов 2-й группы дополнительным противопоказанием являлось наличие аритмии.

Первую группу составили 24 пациента, получавшие стандартизированный курс сенсомоторной реабилитации, направленный на коррекцию двигательного дефицита, без активного специфического психотерапевтического вмешательства. 2-ю группу составили 25 пациентов, которым проводилась целенаправленная комплексная медико-психологическая реабилитация без активного воздействия на коррекцию двигательного дефицита.

Пациенты 1-й группы получали стандартизированный комплекс сенсомоторной реабилитации в условиях круглосуточного стационара, длительность госпитализации составляла 18 дней. Индивидуальный план медицинской реабилитации включал в себя целевой тренинг стереотипа ходьбы, равновесия и синергизма движений, который проводился на специализированной нейросенсорной дорожке с БОС; повышение общей выносливости путем занятий на велотренажере; тренировку постурального тонуса и баланса на стабиллоплатформе с БОС; занятия лечебной гимнастикой, включающие упражнения, направленные на укрепление мышц нижних конечностей и тазового пояса. Также пациентам проводились физиотерапевтические процедуры для улучшения микроциркуляции конечностей и проприоцептивной чувствительности.

Пациенты 2-й группы получали комплексную медико-психологическую реабилитацию, включающую рационально-эмотивно-поведенческую психотерапию (РЭПТ), аудиовизуальную стимуляцию и телесно-ориентированную терапию. Курс реабилитации был амбулаторным и состоял из 12 сеансов комплексной медико-психологической адаптации, распределенных на 18 дней. В начале каждого сеанса всем пациентам проводилась РЭПТ продолжительностью 40–60 минут, после которой осуществлялось психофизиологическое воздействие с помощью устройства — многофункциональных очков с использованием современной майнд-машины Photosonix Innerpulse (сессия R04 — волны спокойствия, на частоте 7,83–12 Гц, тип тона — двойные бинауральные ритмы) в течение 22 минут. В заключение использовались техники телесно-ориентированной терапии, обучающие диафрагмальному дыханию.

Всем пациентам проводились клинические осмотры невролога, психотерапевта, психолога с использовани-

ем оценочных международных шкал в начале и в конце реабилитации. Мобильность и способность пациента к самообслуживанию определялись с помощью индекса мобильности Ривермид (Rivermead mobility index). Степень выраженности пареза и проявления спастичности оценивались при помощи 6-балльной шкалы оценки мышечной силы (по L. Мсрeак, 1996; М. Вейсс, 1986) и модифицированной шкалы спастичности Эшфорта (Modified Ashworth Scale for Grading Spasticity, modified Bohannon and Smith) соответственно. Оценка мобильности и баланса, риска падений проводилась с помощью шкалы баланса Берга (Berg Balance Scale — BBS). Для оценки состояния когнитивных функций использовались: краткая шкала оценки психического статуса (Mini-Mental State Examination — MMSE), помогающая выявить возможные когнитивные нарушения, в том числе деменцию, и отслеживать их динамику; монреальская шкала оценки когнитивных функций (Montreal Cognitive Assessment — MoCa), позволяющая диагностировать умеренные когнитивные расстройства; методика «Таблицы Шульте» [15], позволяющая определить концентрацию, устойчивость и утомляемость внимания. Эмоциональное состояние оценивалось при помощи шкалы депрессии Бека (Beck Depression Inventory — BDI) и шкалы тревоги Спилберге-ра — Ханина (State-Trait Anxiety Inventory — STAI) (определялась ситуативная и личностная тревожность). Для

оценки влияния проявлений инсульта на качество жизни пациентов использовалась шкала оценки качества жизни при инсульте (Stroke-Specific Quality Of Life — SS-QOL).

Статистический анализ проводился с помощью программы StatTech v. 2.8.8 (разработчик — ООО «Статтех», Россия). Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Шапиро — Уилка или критерия Колмогорова — Смирнова. Количественные данные описывались с помощью медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q1–Q3). Сравнение двух групп по количественному показателю выполнялось с помощью U-критерия Манна — Уитни. Для оценки статистической значимости различий двух или нескольких качественных показателей использовался критерий  $\chi^2$ . Сравнение бинарных показателей, характеризующих две связанные совокупности, выполнялось с помощью теста МакНемара. Различия считались достоверными при  $p < 0,05$ .

Пациенты обеих групп были сопоставимы по возрасту, полу, сроку ИИ, локализации очага и выраженности неврологического дефицита (табл. 1).

Аффективные нарушения у большинства пациентов 1-й и 2-й группы регистрировали высокие уровни ситуативной и личностной тревожности по шкале STAI (52/84 % и 68/96 % соответственно). Депрессивные состояния по шкале Бека выявлялись в 44 и 52 % случаев

**Таблица 1.** Клинико-демографическая оценка пациентов, включенных в исследование  
**Table 1.** Clinical and demographic assessment of patients included in the study

Оцениваемые параметры / Estimated parameters	Показатели / Шкалы / Indicators / Scales	1-я группа / 1st group (n = 24)	2-я группа / 2nd group (n = 25)	Значение p / p-value
<b>Демографические показатели / Demographics</b>	Средний возраст / Average age	65,00 [60,25–68,00]	62,00 [56,00–67,00]	0,373
	Соотношение мужчин / женщин / Male/female ratio	12 (50,0) / 12 (50,0)	11 (44,0) / 14 (56,0)	0,674
	Срок ОНМК / Term of stroke	11,00 [6,75–15,25]	10,00 [8,00–12,00]	0,880
<b>Локализация ишемического очага / Localization of the ischemic focus</b>	ВББ / VBB	5 (20,8)	7 (28,0)	0,609
	ЛСМА / LMCA	7 (29,2)	9 (36,0)	0,623
	ПСМА / RMCA	12 (50,0)	9 (36,0)	0,756
<b>Оценка двигательных функций / Assessment of motor functions</b>	Индекс мобильности Ривермид / Rivermead mobility index	13,00 [12,00–14,00]	13,00 [11,00–14,00]	0,567
	6-балльная шкала оценки мышечной силы (рука) / 6-point scale of muscle strength assessment	4,00 [2,50–4,00]	4,00 [3,00–4,00]	0,228
	Модифицированная шкала спастичности Эшфорта (рука) / Modified Ashworth Scale (hand)	1,00 [0,00–2,00]	1,00 [0,00–1,25]	0,228
	Шкала баланса Берга / The Berg Balance Scale	48,50 [45,75–52,00]	50,00 [45,25–52,25]	0,620

среди пациентов 1-й и 2-й группы соответственно. Частота и степень выраженности тревожных и депрессивных состояний были более высокими у пациентов 2-й группы, что обуславливалось изначальной нацеленностью данной выборки на коррекцию эмоциональных нарушений. В то же время проведение статистического анализа не выявило статистически значимых межгрупповых различий, пациенты достоверно различались между собой только по уровню личностной тревожности (табл. 2).

Когнитивные нарушения регистрировались у 87,5 % пациентов 1-й группы и 88 % пациентов 2-й группы. Наиболее часто выявлялись нарушения со стороны функции внимания. По методике «Таблицы Шульте» более чем у 2/3 пациентов обеих групп зарегистрировано замедление скорости выполнения задания по последовательному поиску чисел в таблице и большой разброс по времени выполнения отдельных заданий — флюктуация (разница между самым коротким и самым длинным временем превышает 15 секунд). Данные нарушения свидетельствуют о снижении концентрации внимания и его неустойчивости, неравномерности — флюктуации. Пациенты обеих групп по исследованным параметрам между собой достоверно не различались (см. табл. 2). Неуклонное увеличение времени выполнения заданий от таблицы к таблице, характерное для утомляемости, встречалось лишь в единичных случаях. Стоит отметить, что оптимальные показатели по скорости поиска чисел в таблицах

(40 секунд и менее) регистрировались лишь у 25 и 20 % пациентов 1-й и 2-й групп соответственно.

Согласно шкале MoCa, когнитивные нарушения выявлены у пациентов обеих групп без достоверных различий между ними (см. табл. 2). По шкале MMSE как в 1-й, так и во 2-й группе преобладали расстройства, соответствующие легким когнитивным нарушениям (33,3 и 40 % от общего числа пациентов в группе соответственно). Выраженные когнитивные нарушения, соответствующие деменции по MMSE, регистрировались значительно реже (16,7 и 12 % случаев соответственно). Статистический анализ не выявил достоверных различий между группами (см. табл. 2).

Оценка качества жизни пациентов после инсульта, проведенная на основе анализа результатов шкалы SS-QOL, показала средние, ближе к высоким, результаты тестирования в обеих группах, без статистически значимого различия между ними (см. табл. 2). Такая высокая субъективная оценка может быть связана с сохранением у пациентов хорошего уровня мобильности и частичной или полной независимости в повседневной жизни.

**Динамика клинических показателей после реабилитации**

Сравнительный анализ полученных результатов показал положительную динамику по ряду показателей внутри каждой группы, указывающую на улучшение клинического состояния на фоне реабилитации.

**Таблица 2.** Оценка аффективных нарушений, когнитивных функций и качества жизни пациентов 1-й и 2-й группы  
**Table 2.** Evaluation of affective disorders, cognitive functions and quality of life in patients of the 1st and 2nd groups

Оцениваемые параметры / Estimated parameters	Шкалы/Опросники / Scales / Questionnaires	1-я группа / 1st group (n = 24)	2 группа / 2nd group (n = 25)	Значение p / p-value
Оценка аффективных нарушений / Evaluation of affective disorders	Ситуативная тревожность / STAI / Situational anxiety / STAI	43,00 [36,75–46,75]	47,00 [42,00–51,00]	0,071
	Личностная тревожность / STAI / Personal anxiety / STAI	46,00 [44,75–51,50]	50,00 [48,00–57,00]	0,013*
	Депрессия / Шкала Бека / Depression / Beck Depression Inventory	9,00 [4,75–12,00]	10,00 [4,00–14,00]	0,666
Оценка когнитивных функций / Evaluation of cognitive functions	MMSE / MMSE	27,50 [25,00–29,00]	27,00 [26,00–28,00]	0,816
	MoCa / MoCa	24,50 [22,00–27,25]	25,00 [23,00–26,00]	0,786
	Таблицы Шульте (среднее значение) / Schulte Tables (average value)	48,10 [41,95–61,00]	47,00 [37,40–54,40]	0,406
	Таблицы Шульте (разброс по времени выполнения заданий) / Schulte Tables (dispersion in task execution time)	18,00 [13,00–30,50]	16,00 [12,00–22,00]	0,522
Качество жизни / Quality Of Life	SS-QOL / SS-QOL	186,50 [177,25–192,25]	191,00 [169,00–204,00]	0,575

### Динамика двигательных нарушений, мобильности и баланса

После завершения курса сенсомоторной реабилитации у пациентов 1-й группы выявлено достоверное улучшение функции баланса, снижение риска падений согласно шкале баланса Берга. У пациентов 2-й группы достоверных изменений по используемым двигательным шкалам не обнаружено (табл. 3).

### Динамика аффективных нарушений

Проведенный анализ показал достоверное снижение ситуативной и личностной тревожности с высокого уровня до среднего, являющегося оптимальным, пациентов обеих групп. Пациенты 1-й и 2-й групп к концу реабилитации по уровню тревожности достоверно между собой не различались (см. табл. 3).

Оценка динамики депрессивных состояний выявила определенные особенности и различия клинического течения депрессии у пациентов 1-й и 2-й группы. На фоне целенаправленной психотерапевтической коррекции произошло достоверное снижение уровня депрессии у пациентов 2-й группы, в то время как у пациентов 1-й группы, получающих двигательную реабилитацию, отмечалась только тенденция к снижению. Пациенты обеих групп достоверно между собой не различались к окончанию курса реабилитации (см. табл. 3).

### Динамика когнитивных нарушений

Улучшение когнитивных функций по шкале MoCa выявлено у пациентов, как 1-й, так и 2-й группы (см. табл. 3). По шкале MMSE достоверных изменений зафиксировано не было. По методике Шульте имело место небольшое сокращение времени выполнения заданий и уменьшение разброса по скорости между отдельными заданиями, не достигающее статистической значимости в обеих группах. Достоверных различий между пациентами по исследованным параметрам к окончанию курса реабилитации не выявлено (см. табл. 3).

### Динамика качества жизни

В обеих группах отмечено достоверное улучшение качества жизни пациентов, свидетельствующее об эффективности проводимых реабилитационных мероприятий. Пациенты 1-й и 2-й группы достоверно между собой не различались (см. табл. 3).

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В проведенное исследование включались пациенты, перенесшие ишемический инсульт и имеющие сопутствующую аффективную патологию (наличие депрессии и высокого уровня тревоги по диагностическим шкалам). Анализ результатов показал преобладание в обеих выборках пациентов с высоким уровнем тревоги, депрессивные расстройства диагностировалась приблизительно в два раза реже и чаще всего сопутствовали тревожным.

**Таблица 3.** Динамика клинического состояния у пациентов обеих групп на фоне реабилитации

**Table 3.** Dynamics of the clinical condition in patients of both groups during rehabilitation

Показатель, единица изменения / Indicator, unit of change	Норма / референсные значения / Reference values / scoring	1-я группа / 1st group (n = 24)		2-я группа / 2nd group (n = 25)		Значение p между группами / p-value between 1st and 2nd groups
		До / Before	После / After	До / Before	После / After	
<b>Оценка двигательных функций / Assessment of motor functions</b>						
<b>Ривермид, баллы / Rivermead mobility index, scores</b>	15 баллов / points (max)	13,00 [12,00– 14,00]	13,00 [12,00– 14,00]	13,00 [11,00– 14,00]	13,00 [11,75– 14,00]	0,956
<b>6-балльная шкала оценки мышечной силы (рука), баллы / 6-point scale of muscle strength assessment (hand), scores</b>	5 баллов / points	4,00 [2,50–4,00]	4,00 [2,50–4,00]	4,00 [3,00–4,00]	4,00 [3,00– 4,00]	0,228
<b>Модифицированная шкала спастичности Эшфорта (рука), баллы / Modified Ashworth Scale, scores</b>	0 баллов / points	1,00 [0,00–2,00]	1,00 [0,00–2,00]	1,00 [0,00–1,25]	1,00 [0,00–1,25]	0,228
<b>Шкала баланса Берг, баллы / The Berg Balance Scale / scores</b>	41–56 баллов / points –низкий уровень падения / low rate of decline	48,50 [45,75– 52,00]	50,50 [47,75– 53,25]*	50,00 [45,25– 52,25]	50,50 [45,75– 52,50]	0,852



Показатель, единица изменения / Indicator, unit of change	Норма / референсные значения / Reference values / scoring	1-я группа / 1st group (n = 24)		2-я группа / 2nd group (n = 25)		Значение p между группами / p-value between 1st and 2nd groups
		До / Before	После / After	До / Before	После / After	
<b>Оценка аффективных нарушений / Evaluation of affective disorders</b>						
<b>Ситуативная тревожность / STAI, баллы / Situational anxiety / STAI, scores</b>	> 45 баллов / points — высокий уровень / high level	43,00 [36,75–46,75]	37,00 [32,75–40,0]*	47,00 [42,00–51,00]	37,00 [35,00–44,00]*	0,265
<b>Личностная тревожность / STAI, баллы / Personal anxiety / STAI, scores</b>	> 45 баллов / points — высокий уровень тревожности / high anxiety level	46,00 [44,75–51,50]	40,00 [37,00–44,00]*	50,00 [48,00–57,00]	44,00 [38,00–45,00]*	0,187
<b>Шкала депрессии Бека, баллы / Beck Depression Inventory, scores</b>	9 баллов / points — депрессии нет / no depression > 10 баллов — вероятность депрессии / risk of depression	9,00 [4,75–12,00]	7,50 [4,00–10,25]	10,00 [4,00–14,00]	7,00 [4,00–9,00]*	0,636
<b>Оценка когнитивных функций / Evaluation of cognitive functions</b>						
<b>MMSE, баллы / MMSE, scores</b>	28–30 баллов / points — норма / norm 27–24 балла / points — легкие когнитивные нарушения / mild cognitive impairments	27,50 [25,00–29,00]	28,00 [26,00–29,00]	27,00 [26,00–28,00]	28,00 [26,00–28,00]	0,388
<b>MoCa, баллы / scores</b>	баллов / points	24,50 [22,00–27,25]	26,50 [24,50–27,25]*	25,00 [23,00–26,00]	26,00 [23,00–28,00]*	0,952
<b>Таблицы Шульте (среднее значение), секунды / Schulte Tables (average value), seconds</b>	До 40–50 секунд и меньше / Up to 40–50 seconds or less	48,10 [41,95–61,00]	46,76 [39,91–57,29]	47,00 [37,40–54,40]	45,32 [37,52–54,88]	0,741
<b>Таблицы Шульте (разброс по времени выполнения заданий, секунды) / Schulte Tables (dispersion in task execution time, seconds)</b>	До 15 секунд / Up to 15 seconds	18,00 [13,00–30,50]	16,50 [11,75–23,50]	16,00 [12,00–22,00]	14,00 [12,00–23,00]	0,889
<b>Качество жизни / Quality Of Life</b>						
<b>Качество жизни / SS-QOL, баллы / Stroke-Specific Quality Of Life / SS-QOL, scores</b>	250 max	186,50 [177,25–192,25]	200,00 [188,00–215,00]*	191,00 [169,00–204,00]	201,00 [186,00–223,00]*	0,423

**Примечание:** \* —  $p < 0,05$  — достоверность различия до и после лечения внутри группы; # —  $p < 0,05$  — достоверность различия до и после лечения между 1-й и 2-й группой.

**Note:** \* —  $p < 0.05$  significance of differences before and after treatment within the group; # —  $p < 0.05$  significance of differences before and after treatment between groups 1 and 2.

Результаты исследования подтверждают положительное влияние сенсомоторной реабилитации на эмоциональный фон пациентов, перенесших инсульт. Выявлено и достоверно подтверждено, что программы двигательной реабилитации влияют на снижение высокого уровня тревожности сопоставимо с комплексной медико-психологической реабилитацией, направленной на коррекцию эмоционального фона, но не оказывают достоверного воздействия на выраженность депрессивных состояний. Применение целенаправленных методов коррекции депрессивных состояний оказывается более эффективным и приводит к достоверному снижению выраженности депрессии, тогда как на фоне двигательной реабилитации имеет место лишь тенденция к улучшению.

Следует отметить, что аффективные расстройства часто сопутствуют когнитивным нарушениям и отягощают их течение. Дальнейший анализ результатов демонстрирует большую частоту когнитивных нарушений у пациентов, включенных в исследование. Нарушения когнитивных функций в той или иной степени выраженности зарегистрированы в 87,5 и 88 % случаев среди пациентов 1-й и 2-й группы соответственно и соответствуют данным мировой статистики [4, 16]. В структуре когнитивных нарушений при цереброваскулярной патологии расстройства функции внимания проявляются одними из первых при развитии когнитивной дисфункции [17]. В нашем исследовании наиболее часто выявлялись нарушения внимания в виде снижения концентрации и устойчивости (флюктуации), тогда как утомление/истощение было не типично для пациентов. Пациенты обеих групп получали курс реабилитации без целевой коррекции когнитивных нарушений, при этом после завершения лечения зарегистрировано достоверное улучшение показателей когнитивных функций согласно шкале MoCa, тогда как в отношении улучшения внимания таких результатов получено не было (прослежено сокращение среднего времени выполнения заданий и разброса по времени выполнения отдельных заданий, не достигающее статистической значимости). Полученные результаты свидетельствуют о слабopоложительном влиянии как двигательной, так и медико-психологической реабилитации на когнитивные функции пациентов в восстановительном периоде ИИ, их можно рассматривать

в качестве протекторных факторов, тогда как решение задачи по коррекции когнитивных нарушений должно осуществляться за счет активного целенаправленного медикаментозного и немедикаментозного воздействия. «Золотым стандартом» современной когнитивной реабилитации пациентов с инсультами являются занятия с нейропсихологом/логопедом, которые трудозатратны и не могут охватить всех нуждающихся, особенно пациентов с легкими формами нарушений; тогда как именно они имеют наиболее высокий реабилитационный потенциал и нуждаются в активных мероприятиях, направленных на предупреждение развития/прогрессирования когнитивных нарушений [18]. Поиск эффективных методик, направленных на улучшение функции внимания, которые к тому же позволят охватить большее число пациентов, является весьма актуальным.

Таким образом, как сенсомоторная, так и специализированная медико-психологическая реабилитация достоверно положительно влияют на эмоциональные, когнитивные нарушения и качество жизни пациентов, перенесших инсульт. Двигательная реабилитация сопоставимо с комплексной медико-психологической реабилитацией влияет на снижение высокого уровня тревожности и в меньшей степени на депрессию, в коррекции депрессивных расстройств более эффективным является применение специализированных психотерапевтических методик. Каждый вид реабилитации оказывает протекторное влияние на когнитивные функции, но достоверно не влияет на улучшение функций внимания, которые имеют место у подавляющего большинства пациентов в восстановительном периоде инсульта.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные данные желательно учитывать в выборе стратегий и подходов в реабилитации пациентов в восстановительном периоде инсульта. Двигательная реабилитация может быть рассмотрена как один из первоначальных вариантов терапии тревожных состояний, но не депрессивных расстройств. При клиническом выявлении депрессии приоритет в терапии должен отдаваться специализированному медико-психологическому сопровождению, которое имеет доказанную эффективность.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Кузюкова Анна Александровна**, кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник отдела нейрореабилитации и клинической психологии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

E-mail: kuzuykovaana@nmicrk.ru, anna\_kuzuykova@mail.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9275-6491>

**Пёхова Яна Геннадьевна**, кандидат медицинских наук, научный сотрудник отдела нейрореабилитации и клинической психологии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2754-1021>

**Одарущенко Ольга Ивановна**, кандидат психологических наук, старший научный сотрудник отдела нейрореабилитации и клинической психологии ФГБУ «Национальный медицинский

исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0416-3558>

**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>

**Фесюн Анатолий Дмитриевич**, доктор медицинских наук, и.о. директора ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3097-8889>

**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: Кузюкова А.А. — проведение исследования, разработка дизайна исследования, статистический анализ результатов, написание текста рукописи; Пехова Я.Г. — обработка, анализ и интерпретация данных, статистическая обработка результатов, написание текста рукописи; Одарущенко О.И. — отбор и обследование пациентов, обработка, анализ и интерпретация данных; Юрова О.В., Фесюн А.Д. — проверка критически важного содержания, научная редакция текста рукописи.

**Источники финансирования.** Исследование поддержано Грантом Правительства Москвы № 0912-1/22 (Россия).

**Конфликт интересов.** Фесюн А.Д. — главный редактор журна-

ла «Вестник восстановительной медицины». Юрова О.В. — заместитель главного редактора журнала «Вестник восстановительной медицины». Остальные авторы заявляют отсутствие 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. Исследование одобрено локальным этическим комитетом ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы» (протокол № 17 от 10.11.2016).

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

### ADDITIONAL INFORMATION

**Anna A. Kuzyukova**, Ph. D. (Med.), Leading Researcher, Department of Neurorehabilitation and Clinical Psychology, National Research Center for Rehabilitation and Balneology.

E-mail: Kuzyukovaaa@nmcirk.ru, anna\_kuzyukova@mail.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9275-6491>

**Yana G. Pekhova**, Cand. Ph. D. (Med.), Researcher of the Department of Neurorehabilitation and Clinical Psychology, National Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2754-1021>

**Olga I. Odarushenko**, Ph. D. (Psychological), leading researcher of Neurorehabilitation and Clinical Psychology Department, National Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0416-3558>

**Olga V. Yurova**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Deputy Director for Scientific and Educational Activities, National Research Center for Rehabilitation and Balneology.

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

**Anatoliy D. Fesyun**, Dr. Sci. (Med.), Acting Director, National Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3097-8889>

**Author Contributions.** All authors confirm the compliance of their authorship, according to international ICMJE criteria (all authors made a significant contribution to the development of the concept, research and preparation of the article, read and approved the final version before publication). In addition, the largest contribution

is distributed as follows: Kuzyukova A.A. — conducting the study, developing the design of the study, statistical analysis of the results, writing the text of the manuscript; Pekhova Ya.G. — processing, analysis and interpretation of data, statistical processing of the results, writing the text of the manuscript; Odarushchenko O.I. — selection and examination of patients, processing, analysis and interpretation of data; Yurova O.V., Fesyun A.D. — verification of critical content, scientific revision of the text of the manuscript, approval of the manuscript for publication.

**Funding.** The study was supported by The Grant of the Government of Moscow No 0912-1/22 (Russia).

**Disclosure.** Fesyun A.D. — Editor-in-Chief of the Journal «Bulletin of Rehabilitation Medicine». Yurova O.D. — Deputy Editor-in-Chief of the Journal «Bulletin of Rehabilitation Medicine». The other 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 the Local Ethics Committee of the Moscow Research and Practical Centre for Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine, Moscow Department of Health (Protocol No. 17 of 10.11.2016).

**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. GBD 2016 Stroke Collaborators. Global, regional, and national burden of stroke, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease. *GBD 2016 Stroke Collaborators*. 2019; 18 (5): 439-458. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(19\)30034-1](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(19)30034-1)
2. Здравоохранение в России; 2019. Доступно на: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Zdravoohran-2019.pdf> (дата обращения: 10.06.2023). [Zdravoohranenie v Rossii; 2019: Stat.sb. Rosstat. M. 2019 Available at: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Zdravoohran-2019.pdf> (accessed 10.06.2023) (In Russ.)]
3. Norrving, B., Barrick J., Davalos A. et al. Action Plan for Stroke in Europe 2018–2030. *European Stroke Journal*. 2018; 3(4): 309-336. <http://dx.doi.org/10.1177/2396987318808719>
4. Парфенов В.А. Когнитивные нарушения после инсульта. *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. 2019; 11(4): 22–27 <https://doi.org/10.14412/2074-2711-2019-4-22-27> [Parfenov V.A. Poststroke cognitive impairment. *Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics*. 2019; 11(4): 22–27. <https://doi.org/10.14412/2074-2711-2019-4-22-27> (In Russ.)]
5. Koczyn A.D., Brainin M., Guekht A. Neuroprotection in ischemic stroke: what does the future hold? *Expert Review Neurotherapeutics*. 2015; 15(3): 227–9. <https://doi.org/10.1586/14737175.2015.1014806>
6. Mitchell A.J., Sheth B., Gill J. et al. Prevalence and predictors of post-stroke mood disorders: A meta-analysis and meta-regression of depression, anxiety and adjustment disorder. *General Hospital Psychiatry*. 2017; 47(7): 48–60. <https://doi.org/10.1016/j.genhosppsych.2017.04.001>
7. Medeiros G. C., Roy D., Kontos N., Beach S. R. Post-stroke depression: A 2020 updated review. *General Hospital Psychiatry*. 2020; 66: 70–80 <https://doi.org/10.1016/j.genhosppsych.2020.06.011>

8. Schuch F.B., Vancampfort D., Richards J. et al. Exercise as a treatment for depression: A meta-analysis adjusting for publication bias. *Journal of Psychiatric Research*. 2016; 77(7): 42–51. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2016.02.023>
9. Stubbs B., Vancampfort D., Rosenbaum S. et al. An examination of the anxiolytic effects of exercise for people with anxiety and stress-related disorders: A meta-analysis. *Journal of Psychiatric Research*. 2017; 249(3): 102–108. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2016.12.020>
10. Stonerock G.L., Hoffman B.M., Smith P.J. et al. Exercise as Treatment for Anxiety: Systematic Review and Analysis. *Annals of Behavioral Medicine*. 2015; 49(4): 542–556. <https://doi.org/10.1007/s12160-014-9685-9>
11. Northey J.M., Cherbuin N., Pumpa K.L. et al. Exercise interventions for cognitive function in adults older than 50: a systematic review with meta-analysis. *British Journal Sports Medicine*. 2018; 52(3): 154–160. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096587>
12. Barha C.K., Davis J.C., Falck R.S. et al. Sex differences in exercise efficacy to improve cognition: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials in older humans. *Front Neuroendocrinol*. 2017; 46(7): 71–85. <https://doi.org/10.1016/j.yfrne.2017.04.002>
13. Cuijpers P., Cristea I. A., Weitz E. et al. The effects of cognitive and behavioural therapies for anxiety disorders on depression: a meta-analysis. *Psychological Medicine*. 2016; 46(16): 3451–3462. <https://doi.org/10.1017/s0033291716002348>
14. Одарушченко О.И., Рачин А.П., Нувахова М.Б., Кузюкова А.А. Способ комплексной медико-психологической реабилитации пациентов в поздний восстановительный период после острого ишемического инсульта. Патент РФ 2772400 С1, 19.05.2022. [Odarushchenko O.I., Rachin A.P., Nuvakhova M.B., Kuziukova A.A. Method for complex medical and psychological rehabilitation of patients in the late recovery period after acute ischemic stroke. Patent RU 2772400 C1, 19.05.2022 (In Russ.).]
15. Рубинштейн С. Я. Экспериментальные методики патопсихологии. М.: ЭКСМО-Пресс. 1999; 448 [Rubinshtejn S. YA. Eksperimental'nye metodiki patopsihologii. M.: EKSMO-Press. 1999; 448 (In Russ.).]
16. Huang Y.Y, Chen S.D., Leng X.Y., et al. Post-Stroke Cognitive Impairment: Epidemiology, Risk Factors, and Management. *Journal Alzheimer's disease*. 2022; 86(3): 983–999. <https://doi.org/10.3233/JAD-215644>
17. Poggesi A., Pantoni L., Erkinjuntti T. J., Pohjasvaara T. 2001–2011: A Decade of the LADIS (Leukoaraiosis And DISability) Study: What Have We Learned about White Matter Changes and Small-Vessel Disease? *Cerebrovascular Diseases*. 2011; 32(6): 577–588. <https://doi.org/10.1159/000334498>
18. Старчина Ю.А. Когнитивные нарушения после инсульта. *Медицинский Совет*. 2017; (15): 27–32. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2017-0-27-32>



## Механизмы действия питьевой сульфатной минеральной воды при первичном профилактическом и лечебном применении в условиях экспериментального стресса: сравнительный анализ

✉ **Королев Ю.Н.**, ✉ **Михайлик Л.В.\***, ✉ **Никулина Л.А.**

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

### РЕЗЮМЕ

**ВВЕДЕНИЕ.** Ранее в экспериментальных исследованиях установлено, что питьевая сульфатная минеральная вода (МВ) в условиях стресса вызывает адаптационные эффекты, зависящие от режима ее использования — при первичной профилактике или при лечении. Вопрос о роли различных режимов применения питьевых МВ в формировании механизмов адаптации остается невыясненным.

**ЦЕЛЬ.** Провести сравнительный анализ действия сульфатной МВ при первично-профилактическом и лечебном применении на развитие адаптационных метаболических и ультраструктурных реакций у крыс в ранний постстрессорный период.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** Эксперименты проведены на 54 белых нелинейных крысах-самцах. Острый иммобилизационный стресс моделировали по методу Селье. Все животные были разделены на 5 групп: 1-я опытная группа — первично-профилактическое влияние питьевой сульфатной МВ; 2-я опытная группа — лечебное действие питьевой сульфатной МВ; 3-я и 4-я группы — контроли; 5-я группа — интактные животные. Питьевую сульфатную МВ (концентрация сульфат-ионов 1,93 г/л, минерализация 3,05 г/л) вводили внутрибрюшинно по 3 мл, всего 18 процедур. Объекты исследования: печень и семенники. Методы исследования: биохимические, светооптические, морфометрические, электронно-микроскопические. Статистическую значимость различий оценивали с помощью критерия Стьюдента.

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.** Установлено, что наиболее выраженное развитие адаптационно-защитных реакций (усиление активности антиоксидантной системы, повышение синтеза белка, активация процессов внутриклеточной регенерации) наблюдалось при действии МВ в режиме первичной профилактики. При этом происходило формирование более мощных механизмов адаптации, связанных с дополнительным накоплением структурно-метаболических ресурсов, ограничивающих развитие дезадаптационных и патологических процессов. При лечебном применении МВ, в связи с постстрессорными нарушениями механизмов регуляции, процессы адаптации и компенсации проявлялись слабее.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Результаты раскрывают некоторые особенности механизма действия питьевой сульфатной МВ на развитие компенсаторно-приспособительных процессов и свидетельствуют о необходимости дифференцированного подхода в использовании питьевых МВ для повышения их эффективности в комплексной профилактике и лечении организма от повреждающего действия различных стрессогенных факторов.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** питьевая минеральная вода, экспериментальный стресс, адаптация, первично-профилактическое и лечебное действие, сравнительный анализ.

**Для цитирования / For citation:** Королев Ю.Н., Михайлик Л.В., Никулина Л.А. Механизмы действия питьевой сульфатной минеральной воды при первичном профилактическом и лечебном применении в условиях экспериментального стресса: сравнительный анализ. Вестник восстановительной медицины. 2023; 22(4):90-95. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-90-95> [Korolev Yu.N., Mikhailik L.V., Nikulina L.A. Drinking Sulphate Mineral Water Action Mechanisms at Primary Preventive and Therapeutic Application under Experimental Stress: a Comparative Analysis. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(4):90-95. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-90-95> (In Russ.).]

\* **Для корреспонденции:** Михайлик Любовь Васильевна, E-mail: [mihayliklv@nmicrk.ru](mailto:mihayliklv@nmicrk.ru); [mikhailik2910@ocloid.ru](mailto:mikhailik2910@ocloid.ru)

Статья получена: 13.06.2023

Статья принята к печати: 02.08.2023

Статья опубликована: 31.08.2023

# Drinking Sulphate Mineral Water Action Mechanisms at Primary Preventive and Therapeutic Application under Experimental Stress: a Comparative Analysis

 Yury N. Korolev,  Lyubov V. Mikhailik\*,  Lyudmila A. Nikulina

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

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** Earlier in experimental studies, it was established that sulfate mineral drinking water (MB) under stress causes adaptation effects depending on the mode of its use — during primary prevention or treatment. The question of the role of different modes of drinking mineral water application in the formation of adaptation mechanisms remains unclear.

**AIM.** To conduct a comparative analysis of the effect of sulfate MW in primary preventive and therapeutic application on the development of adaptive metabolic and ultrastructural reactions in rats in the early post-stress period.

**MATERIALS AND METHODS.** The experiments were carried out on 54 white nonlinear male rats. Acute immobilization stress was modeled using the Selye method. All animals were divided into 5 groups: the 1st experimental group — the primary preventive effect of drinking sulfate MV; the 2nd experimental group — the therapeutic effect of drinking sulfate MV; the 3rd and 4th groups — controls; the 5th group — intact animals. Drinking sulfate MW (concentration of sulfate ions 1.93 g/l, mineralization 3.05 g/l) was administered intragastrically by 3 ml, a total of 18 procedures. Objects of research: liver and testes. Research methods: biochemical, light-optical, morphometric, electron microscopic. The statistical significance of the differences was assessed using the Student's criterion.

**RESULTS AND DISCUSSION.** It was found that the most pronounced development of adaptive-protective reactions (increased activity of the antioxidant system, increased protein synthesis, activation of intracellular regeneration processes) was observed with the action of MW in the primary prevention mode. At the same time, there was the formation of more powerful adaptation mechanisms associated with the additional accumulation of structural and metabolic resources that limit the development of maladaptation and pathological processes. With the therapeutic use of MW, due to post-stress disorders of the mechanisms of regulation, the processes of adaptation and compensation were weaker.

**CONCLUSION.** The results reveal some features of the mechanism of action of drinking sulfate MW on the development of compensatory and adaptive processes and indicate the need for a differentiated approach in the use of drinking MW to increase their effectiveness in the comprehensive prevention and treatment of the body from the damaging effects of various stress factors.

**KEYWORDS:** drinking mineral water, experimental stress, adaptation, primary preventive and therapeutic effect, comparative analysis.

**For citation:** Korolev Yu.N., Mikhailik L.V., Nikulina L.A. Drinking Sulphate Mineral Water Action Mechanisms at Primary Preventive and Therapeutic Application under Experimental Stress: a Comparative Analysis. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(4):90-95. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-90-95> (In Russ.).

\* **For correspondence:** Lyubov V. Mikhailik, E-mail: mihayliklv@nmicrk.ru; mikhailik2910@ocloid.ru

**Received:** 13.06.2023

**Accepted:** 02.08.2023

**Published:** 31.08.2023

## ВВЕДЕНИЕ

Питьевые минеральные воды (МВ) вызывают в организме различные структурно-метаболические реакции, которые по своей сущности носят адаптационно-защитный характер [1–3]. В ранее выполненных экспериментах нами было показано, что питьевая сульфатная МВ вызывает усиление антиоксидантной активности, клеточной и внутриклеточной регенерации, изменяет процессы нейроэндокринной регуляции [4, 5].

Вместе с тем эти и другие адаптационные эффекты имели определенные различия в характере и степени их выраженности в зависимости от того, в каком режиме

использовалась питьевая МВ — при первичной профилактике (в условиях здорового организма) или при лечебно-профилактическом (далее лечебном) действии. Все эти реакции особенно проявлялись при действии стресса, который является одним из важнейших этиологических факторов в развитии дезадаптационных и патологических состояний [6–8]. При этом важно выяснить роль различных режимов применения питьевых МВ в формировании механизмов адаптации. Предполагается, что результаты этого анализа могут иметь значение для дифференцированного и более широкого использования питьевых МВ в практике санаторно-курортного лечения.

**ЦЕЛЬ**

Провести сравнительный анализ действия сульфатной МВ при первично-профилактическом и лечебном применении на развитие адаптационных метаболических и ультраструктурных реакций у крыс в ранний постстрессорный период.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Эксперименты проведены на 54 белых нелинейных крысах-самцах массой 200–220 г, которые были получены из питомника «Столбовая» НЦБМТ ФМБА России. Исследования осуществляли в соответствии с правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных (приложение к приказу Минздрава СССР от 12.08.1977 № 755) и требований Европейской конвенции по защите экспериментальных животных (Страсбург, 1986). Острый иммобилизационный стресс моделировали по методике Селье путем 6-часового привязывания крыс в положении на спине. Питьевую сульфатную магниевую-кальциевую-натриевую МВ (Краинская минеральная вода, скважина 143172, концентрация сульфат-ионов 1,93 мг/л, минерализация 3,05 г/л) вводили внутривентрикулярно по 3 мл, всего 18 процедур. Все крысы были разделены на 5 групп. В 1-й опытной группе курс первичной профилактики проводили на здоровых животных с последующим воздействием стресса; во 2-й опытной группе курс лечебных процедур начинали проводить на следующий день после применения стресса; в контрольных группах вместо МВ использовали водопроводную воду; в интактной группе животные никаким воздействиям не подвергались. Забой животных осуществляли методом декапитации на следующий день после действия стресса или после окончания курса процедур МВ. Объектами исследования являлись печень и семенники, применяли биохимические, гистологические, электронно-микроскопические и морфометрические методы исследования [4]. Статистическую значимость различий оценивали с помощью критерия Стьюдента.

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ**

В результате проведенных исследований было установлено, что иммобилизационный стресс вызывал в печени и семенниках животных контрольной группы выраженные структурно-метаболические нарушения, которые проявлялись в изменениях активности защитной антиоксидантной системы, в выраженном подавлении белоксинтезирующих процессов, развитии дистрофических и дегенеративных реакций, снижении общей численности сперматогенных клеток и внутриклеточных структур. Обнаруживались нарушения процессов микроциркуляции и явления отека со стороны различных структурных элементов гематотестикулярного барьера. Значительно изменялись процессы регенерации в клетках Сертоли: снижалось содержание белоксинтезирующих органелл (число рибосом и полисом уменьшалось на 42,0 %, в митохондриях уменьшалась их средняя и суммарная площадь практически в 2 раза ( $p < 0,01$ ), что свидетельствовало об ослаблении внутриклеточных структурно-функциональных резервов и расстройстве адаптации.

Результаты сравнительного анализа данных у животных опытных групп показали, что при действии МВ в режиме первичной профилактики отмечалась более

выраженная активация ряда основных адаптационно-защитных реакций в условиях стресса по сравнению с контролем и лечебным действием МВ. В первую очередь следует отметить усиление активности системы антиоксидантной защиты, которая является одним из важнейших стресслимитирующих звеньев организма [9–11]. Наиболее выраженный сдвиг антиоксидантной активности (АОА) развивался в печени (усиление более чем в 2 раза,  $p < 0,01$ ), при этом интенсивность ПОЛ практически не изменялась, а окислительный потенциал ткани (ОП = ПОЛ/АОА), наоборот, отчетливо снижался по сравнению с контролем (рис. 1).

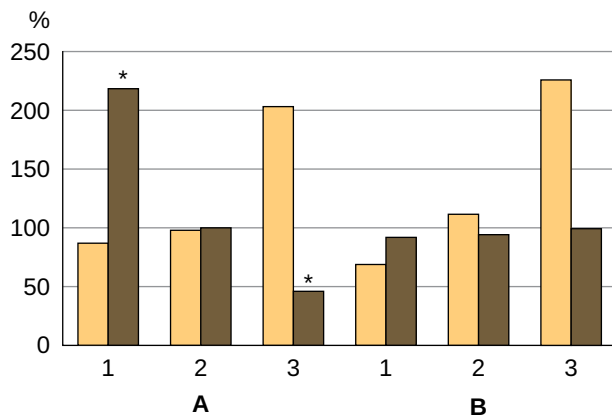
В семенниках АОА возрастала на 33,1 %, а активность ПОЛ при этом снизилась на 15,8 %, что привело, как и в печени, к ослаблению ОП (см. рис. 1). При лечебном применении МВ (сразу после действия стресса) АОА проявлялась значительно слабее: в печени выявлялась тенденция к ее повышению (на 11,2 %), а в семенниках АОА оказалась сниженной (на 19,9 %) (рис. 2).

Следовательно, при профилактическом применении МВ, в отличие от ее лечебного действия, происходило увеличение резервов в системе антиоксидантной защиты и усиление ее мощности, что приводило к стабилизации мембранных структур клеток и повышению их устойчивости к действию стресса. Этот адаптационно-защитный механизм играет важную роль на начальном этапе профилактики дезадаптационных изменений и патологических состояний, так как результаты его действия во многом определяют дальнейший ход развития компенсаторно-приспособительных процессов.

Наблюдались также адаптивные сдвиги со стороны белкового обмена, однако они имели более слабое развитие по сравнению с показателями антиоксидантной активности. При профилактическом применении МВ содержание общего белка в печени возрастало на 32,1 %, а в семенниках проявлялась небольшая тенденция к увеличению (на 3,5 %). При лечении, т. е. в условиях наличия деструктивных процессов, эти показатели были более низкими: содержание белка в печени повышалось на 11,7 %, а в семенниках, наоборот, оказалось ниже уровня контроля на 35,4 % (рис. 3).

Выявленные метаболические сдвиги, в том числе усиление синтеза белка в определенной мере имели свое отражение и на структурном внутриклеточном обеспечении энергетических и пластических ресурсов, что проявлялось в образовании новых органелл, в том числе митохондрий, рибосом и полисом. Морфометрический анализ митохондрий в клетках Сертоли показал, что в условиях профилактики происходило достоверное увеличение их численности (на 23,3 %,  $p < 0,01$ ) и менее выраженное повышение средней площади (на 13,8 %), которые приводили к отчетливому увеличению суммарной площади митохондрий (общей их массы) (на 39,1 %,  $p < 0,01$ ), что может указывать на усиление процессов энергообеспечения этих клеток (рис. 4).

Обнаруживалась также тенденция к увеличению численности рибосом и полисом (на 7,6 %, контроль —  $21,1 \pm 1,33$ , опыт —  $22,7 \pm 1,29$ ). Все эти процессы развивались на фоне ослабления явлений отечности и дистрофии клеток. При лечебном применении МВ средняя площадь митохондрий также возрастала, но при этом их численность, наоборот, оказалась сниженной (на 28,4 %,  $p < 0,01$ ), в связи с чем суммарная площадь митохондрий прак-

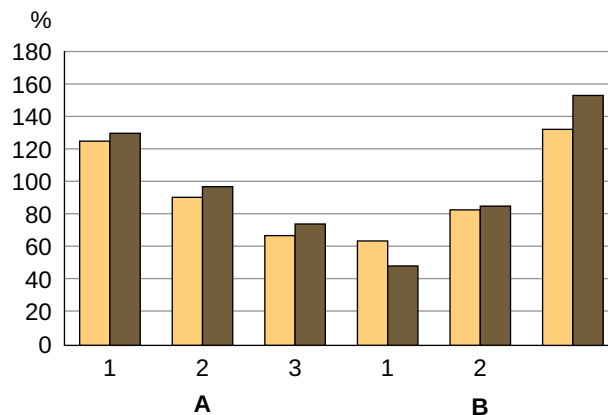


**Рис. 1.** Изменение уровней АОА, ПОЛ и ОП в печени и семенниках при первично-профилактическом применении МВ в условиях стресса

**Fig. 1.** Changes in the levels of AOA, POL and OP in the liver and testes during the primary prophylactic use of MW under stress

**Примечание:** А — печень; В — семенники; 1 — АОА; 2 — ПОЛ; 3 — ОП; светлые столбики — контроль; темные столбики — опыт; \* —  $p < 0,01$  по сравнению с контролем.

**Note:** A — liver; B — testes; 1 — AOA; 2 — POL; 3 — OP; light bars — control, dark bars — experience; \* —  $p < 0.01$  compared to the control.

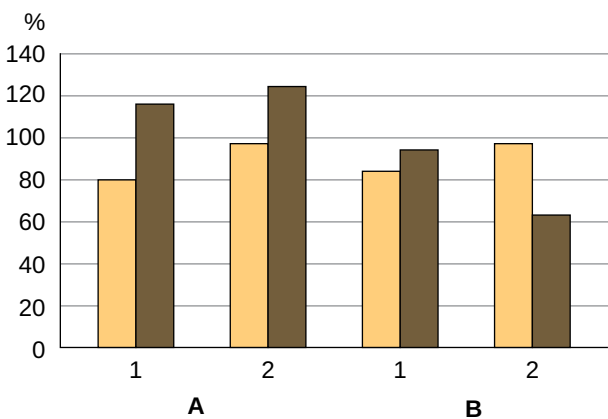


**Рис. 2.** Изменение уровней АОА, ПОЛ и ОП в печени и семенниках при лечебном применении МВ в условиях стресса

**Fig. 2.** Changes in the levels of AOA, POL and OP in the liver and testes during the therapeutic use of MW under stress

**Примечание:** А — печень; В — семенники; 1 — АОА; 2 — ПОЛ; 3 — ОП; светлые столбики — контроль; темные столбики — опыт; \* —  $p < 0,01$  по сравнению с контролем.

**Note:** A — liver; B — testes; 1 — AOA; 2 — POL; 3 — OP; light bars — control; dark bars — experience; \* —  $p < 0.01$  compared to the control.

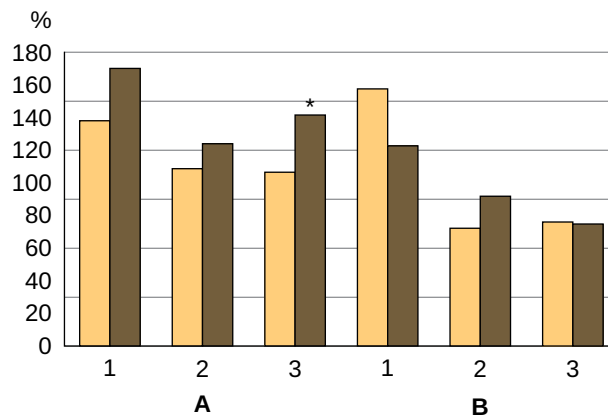


**Рис. 3.** Изменение содержания общего белка в печени и семенниках при профилактическом и лечебном применении МВ в условиях стресса

**Fig. 3.** Changes in the total protein content in the liver and testes during preventive and therapeutic use of MW under stress

**Примечание:** А — профилактика; В — лечение; 1 — печень; 2 — семенники; светлые столбики — контроль; темные столбики — опыт.

**Note:** A — prevention; B — treatment; 1 — liver; 2 — testes; light bars — control; dark bars — experience.



**Рис. 4.** Морфометрические изменения митохондрий при первично-профилактическом и лечебном применении МВ в условиях стресса

**Fig. 4.** Morphometric changes in mitochondria during primary prophylactic and therapeutic use of MW under stress

**Примечание:** А — профилактика; В — лечение; 1 — количество митохондрий; 2 — средняя площадь митохондрий; 3 — суммарная площадь митохондрий; светлые столбики — контроль; темные столбики — опыт. \* —  $p < 0,01$  по сравнению с контролем.

**Note:** A — prevention; B — treatment; 1 — the number of mitochondria; 2 — the average area of mitochondria; 3 — the total area of mitochondria; light bars — control; dark bars — experience. \* —  $p < 0.01$  compared to the control.



тически оставалась на уровне контроля. Эти различия в адаптационной перестройке означают, что при профилактическом применении МВ происходило сочетанное усиление механизмов двух форм регенерации митохондрий — внутриорганойдной (увеличение размеров за счет образования новых крист и др.) и органойдной (увеличение числа самих митохондрий), в связи с чем более значительно увеличивался прирост массы митохондрий и, тем самым, укреплялись структурные ресурсы биоэнергетики. При лечебном применении МВ проявлялась только одна форма регенерации — внутриорганойдная, которая привела к увеличению размеров Мх (что, видимо, повышало их функциональную активность), однако при этом количественно структурные ресурсы биоэнергетики не возрастали и оставались на прежнем уровне.

Таким образом, результаты проведенного сравнительного анализа показали, что применение питьевой сульфатной МВ в режиме первичной профилактики постстрессорных нарушений вызывало наиболее выраженное развитие важнейших адаптационно-защитных реакций — усиление активности эндогенной антиоксидантной системы, повышение синтеза общего белка, активацию процессов внутриклеточной регенерации. Эти реакции протекали на молекулярном (биохимическом) и ультраструктурном уровнях, имели разную степень выраженности и были тесно связаны между собой. В результате их развития формировались более мощные механизмы адаптации, связанные с дополнительным внутриклеточным накоплением структурно-метаболических ресурсов, в том числе в виде образования новых органелл с более высоким потенциалом в борьбе с патогенным действием стресса, что повышало устойчивость организма и ограничивало (предупреждало) развитие дезадаптационных и патологических процессов. Выявленная профилактическая эффективность механизмов адаптации при действии питьевой сульфатной МВ имеет перспективу для дальнейшего их использования в сочетании с другими адаптогенными факторами (магнитное поле и др.) в целях регуляции (управления) процессами

адаптации. При лечебном применении МВ общее развитие метаболических и регенеративных реакций проявлялось явно слабее, чем при первичной профилактике. Это было связано с возникновением постстрессорных нарушений в тканях внутренних органов и в механизмах регуляции, что значительно снижало способность МВ активировать приспособительные процессы в раннем (остром) постстрессорном периоде. Поэтому выявленные отдельные признаки стимуляции метаболических и регенеративных процессов в этот ранний постстрессорный период проявлялись в слабой форме и были не способны в этих условиях более эффективно компенсировать внутриклеточные стрессорные повреждения. Очевидно, что после спада острых реакций (отека, воспаления и др.), т. е. в более позднем постстрессорном периоде, МВ сможет оказать выраженное стимулирующее влияние на развитие компенсаторно-приспособительных и восстановительных процессов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что питьевую сульфатную МВ при первичной профилактике следует широко использовать как в виде монофактора, так и в составе комплексной профилактики в целях оздоровления и предотвращения заболеваний при различных стрессогенных и других экстремальных воздействиях. Лечебное действие этой воды целесообразно применять в более поздний постстрессорный период или в сочетании с другими адаптогенными факторами, в частности, с магнитным полем, что значительно повышает эффективность их лечебного действия [5]. Результаты проведенного анализа раскрывают некоторые особенности механизма действия питьевой сульфатной МВ на развитие компенсаторно-приспособительных процессов и свидетельствуют о необходимости дифференцированного подхода в использовании питьевых МВ для повышения их эффективности в комплексной профилактике и лечении организма от повреждающего действия различных стрессогенных факторов.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Королев Юрий Николаевич**, доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник отдела изучения механизмов действия физических факторов ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5530-1538>

**Михайлик Любовь Васильевна**, научный сотрудник отдела изучения механизмов действия физических факторов ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

E-mail: [mihayliklv@nmicr.ru](mailto:mihayliklv@nmicr.ru); [mikhailik2910@ocloid.ru](mailto:mikhailik2910@ocloid.ru);

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9717-4749>

**Никулина Людмила Анатольевна**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела изучения механизмов действия физических факторов ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2200-868X>

**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). Вклад распределен следующим образом: Королев Ю.Н. — концепция и дизайн исследования, написание текста статьи, редактирование; Михайлик Л.В., Никулина Л.А. — сбор и обработка материала, статистическая обработка данных.

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

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

**Этическое утверждение.** Исследования осуществляли в соответствии с правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных (приложение к приказу Минздрава СССР от 12.08.1977 № 755) и требований Европейской конвенции по защите экспериментальных животных (Страсбург, 1986). Крысы были получены из питомника Научного центра биомедицинских технологий Федерального медико-биологического агентства России.

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

## ADDITIONAL INFORMATION

**Yury N. Korolev**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Chief Researcher of the Department for Studying the Mechanisms of Action of Physical Factors, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5530-1538>

**Lyubov V. Mikhailik**, Researcher of the Department for Studying the Mechanisms of Action of Physical Factors, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

E-mail: [mihaylikv@nmicrk.ru](mailto:mihaylikv@nmicrk.ru); [mikhailik2910@oclroid.ru](mailto:mikhailik2910@oclroid.ru);

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9717-4749>

**Lyudmila A. Nikulina**, Cand. Sci (Med), Senior Researcher of the Department for Studying the Mechanisms of Action of Physical Factors, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2200-868X>

**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: Korolev Yu.N. — the concept and design of the study, writing the text of the article, editing; Michailik L.V., Nikulina L.A. — collection and processing of material, statistical data processing.

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

**Disclosure.** The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

**Ethics Approval.** The research was carried out in accordance with the rules for carrying out work using experimental animals (appendix to the order of the Ministry of Health of the USSR dated 12.08.1977 No. 755) and the requirements of the European Convention for the Protection of Experimental Animals (Strasbourg, 1986). The rats were obtained from the nursery of the Scientific Center for Biomedical Technologies of the Federal Medical and Biological Agency of Russia.

**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. Аракчаа К.Д., Салчак С.М., Разуваева Ю.Г. и др. Гастропротекторное действие кислой минеральной воды из источника Ажиг-Су на стресс-индуцированные поражения желудка белых крыс. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2019; 96(2): 54–60. <https://doi.org/10.17116/kurort20199602154> [Arakchaa K.D., Salchak S.M., Razuvaeva Ya.G. et al. The gastroprotective action of acidic mineral water from the Azhyg-Sug source on the stress-induced injuries to the stomach of white rats. *Voprosy kurortologii, fizioterapii, i lechebnoi fizicheskoi kultury*. 2019; 96(2): 54–60. <https://doi.org/10.17116/kurort20199602154> (In Russ..)]
2. Куликов А.Г., Воронина Д.Д. Питьевые минеральные воды в лечении и реабилитации: современный взгляд на проблему. Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2017; 16(3): 116–120. <https://doi.org/10.18821/1681-3456-2017-16-3-116-120> [Kulikov A.G., Voronina D.D. Drinking mineral waters in treatment and rehabilitation: a modern view of the problem. *Russian Journal of Physiotherapy, Balneology and Rehabilitation*. 2017; 16(3): 116–120. <https://doi.org/10.18821/1681-3456-2017-16-3-116-120> (In Russ..)]
3. Гениатулина М.С., Королев Ю.Н., Никулина Л.А. Ультраструктура клеток Лейдига при действии минеральной воды и низкоинтенсивного электромагнитного излучения в условиях стресса у крыс. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2016; 93(5): 34–37. <https://doi.org/10.17116/kurort2016534-37> [Geniatulina M.S., Korolev Yu.N., Nikulina L.A. The ultrastructure of Leydig cells under the influence of drinking mineral water and electromagnetic radiation under the stress conditions in the rats. *Voprosy kurortologii, fizioterapii, i lechebnoi fizicheskoi kultury*. 2016; 93(5): 34–37. <https://doi.org/10.17116/kurort2016534-37> (In Russ..)]
4. Королев Ю.Н., Бобровницкий И.П., Гениатулина М.С. и др. Регенеративные процессы в клетках Сертоли и Лейдига у крыс при сочетании применения питьевой минеральной воды и магнитного поля в условиях стресса. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2014; 91(3): 41–45. [Korolev Yu.N., Bobrovnikskii I.P., Geniatulina M.S. et al. The regeneration process in the Sertoli cells and Leydig cells of the rats undergoing the combined treatment with drinking mineral water and a magnetic field under stressful conditions. *Voprosy kurortologii, fizioterapii, i lechebnoi fizicheskoi kultury*. 2014; 91(3): 41–45 (In Russ..)]
5. Королев Ю.Н., Гениатулина М.С., Никулина Л.А. и др. Ультраструктурные проявления регенеративных процессов в клетках Сертоли при действии низкоинтенсивного электромагнитного излучения в условиях стресса у крыс. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2015; 92(3): 40–44. <https://doi.org/10.17116/kurort2015340-44> [Korolev Yu.N., Geniatulina M.S., Nikulina L.A. et al. The ultrastructural manifestations of the regenerative processes in the Sertoli cells under the action of low-intensity electromagnetic radiation in the rats subjected to stress. *Voprosy kurortologii, fizioterapii, i lechebnoi fizicheskoi kultury*. 2015; 92(3): 40–44. <https://doi.org/10.17116/kurort2015340-44> (In Russ..)]
6. Kivimaki M., Steptoe A. Effect of stress on the development and progression of cardiovascular disease. *Nature Reviews Cardiology*. 2018; 15(4): 215–229. <https://doi.org/10.1038/nrcardio.2017.189>
7. Kowalczyk P, Suleychak D, Kleczkowska P. et al. Mitochondrial oxidative stress is a causal factor and a therapeutic target in many diseases. *International Journal of Molecular Sciences*. 2021; 22(24): 13384. <https://doi.org/10.3390/ijms222413384>
8. Liu Y.Z., Wang Y.X., Jiang C.L. Inflammation: The Common Pathway of stress-Related Diseases. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2017; (11): 316. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00316>
9. Melgar-Sánchez L.M., García-Ruiz I., Pardo-Marqués V. et al. Influence of mineral waters on in vitro proliferation, antioxidant response and cytokine production in a human lung fibroblasts cell line. *International Journal of Biometeorology*. 2019; 63(9): 1171–1180. <https://doi.org/10.1007/s00484-019-01730-0>
10. Demirci-Çekiç S., Özkan G., Avan A.N. et al. Biomarkers of oxidative stress and antioxidant defense. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 2022; (209): 114477. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2021.114477>
11. Benedetti S., Benvenuti F., Nappi G. et al. Antioxidative effects of sulfurous mineral water: protection against lipid and protein oxidation. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2009; 63(1): 106–112. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1602892>

## Комплексное применение аудиовизуальной стимуляции и когнитивно-поведенческой психотерапии в реабилитации пациентов с синдромом постковидных нарушений: проспективное рандомизированное исследование

Одарущенко О.И.\*, Ансокова М.А., Марченкова Л.А., Юрова О.В., Фесюн А.Д.

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

### РЕЗЮМЕ

**ВВЕДЕНИЕ.** Пандемия COVID-19 создала угрозы и риски не только для физического, но и для психического здоровья людей. На сегодняшний день недостаточно научных данных о тревожности, депрессивных состояниях пациентов, перенесших COVID-19 и клинической эффективности комплексных программ медицинской реабилитации у пациентов с синдромом постковидных нарушений.

**ЦЕЛЬ.** Изучить клиническую эффективность применения аудиовизуальной стимуляции и когнитивно-поведенческой психотерапии в комплексной реабилитации пациентов с синдромом постковидных нарушений.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** В исследование вошли 59 пациентов с синдромом постковидных нарушений от 1 до 6 месяцев после болезни, из них 41 (69,5 %) женщина и 18 (30,5 %) мужчин в возрасте от 31 до 81 года, возраст составил  $59,73 \pm 1,59$  года. Все пациенты рандомизированы на две группы. В I (основную) группу вошли 29 пациентов, из них 9 мужчин, 20 женщин, возраст составил  $60,72 \pm 2,04$  года, у которых медицинская реабилитация проводилась с применением аудиовизуальной стимуляции и техник когнитивно-поведенческой психотерапии. Во II группу (контроля) вошли 30 пациентов, из них 9 мужчин, 21 женщина, возраст составил  $58,63 \pm 2,44$  года, у которых проводился стандартный комплекс реабилитационных мероприятий. Для объективизации эмоциональных нарушений использовались госпитальная шкала тревоги и депрессии (HADS) и авторская компьютерная программа для оценки субъективного комфорта, ситуативной и личностной тревожности. Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы «Statistica 10». Степень различий количественных показателей в группах оценивали по критерию Вилконсона, достоверность различий между группами после лечения произведена по критерию Манна — Уитни ( $p$ ). Оценка качественных показателей выполнена методом анализа многопольных таблиц с использованием критерия хи-квадрат Пирсона.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** Применение аудиовизуальной стимуляции и когнитивно-поведенческой психотерапии в комплексной реабилитации пациентов с синдромом постковидных нарушений способствовало регрессу эмоциональных нарушений, о чем свидетельствовали статистически значимые изменения показателей по шкалам HADS, Спилберга — Ханина, Шкале состояний ( $p < 0,05$ ). Признаки тревоги и депрессии отсутствовали после лечения у 27 (93,1 %) пациентов. Средний (референтный) уровень ситуативной и личностной тревожности имели соответственно 28 (96,6 %) и 21 (72,4 %) пациент. Индекс субъективного комфорта достиг высокого уровня у 19 (65,5 %) ( $p < 0,0001$ ) пациентов.

**ОБСУЖДЕНИЕ.** Проведенное исследование показало, что пациенты, перенесшие COVID-19, имеющие постковидные нарушения до лечения, находились под воздействием стрессовой ситуации высокой интенсивности, переживали тревогу высокого уровня и испытывали сильное психоэмоциональное напряжение. Применение аудиовизуальной стимуляции и когнитивно-поведенческой психотерапии позволило увеличить количество пациентов с отсутствием тревожных и депрессивных признаков ( $p < 0,05$ ), снизить высокий уровень ситуативной и личностной тревожности по шкале Спилберга — Ханина ( $p < 0,05$ ), повысить толерантность к психологическим нагрузкам и способность самостоятельно справляться со стрессом и его последствиями.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Комплексная программа реабилитации, включающая аудиовизуальную стимуляцию и когнитивно-поведенческую психотерапию, помогает эффективно снять эмоциональное напряжение и изменить неадекватное поведение пациентов с постковидными нарушениями.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** синдром постковидных нарушений, реабилитация, тревога, депрессия, ситуативная тревожность, личностная тревожность, стресс, эмоциональные нарушения, копинг-стратегии.

**Для цитирования / For citation:** Одарущенко О.И., Ансокова М.А., Марченкова Л.А., Юрова О.В., Фесюн А.Д. Комплексное применение аудиовизуальной стимуляции и когнитивно-поведенческой психотерапии в реабилитации пациентов с синдромом постковидных нарушений: проспективное рандомизированное исследование. Вестник восстановительной медицины. 2023; 22(4):96-104. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-96-104> [Odarushchenko O.I., Ansokova M.A., Marchenkova L.A., Yurova O.V. Fesyun A.D. Audiovisual Stimulation and Cognitive Behavioral Psychotherapy Complex Application in the Rehabilitation of Patients with Long COVID: a Prospective Randomized Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(4):96-104. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-96-104> (In Russ.).]

\* Для корреспонденции: Одарущенко Ольга Ивановна, E-mail: [odaruschenkooi@nmicrk.ru](mailto:odaruschenkooi@nmicrk.ru)

Статья получена: 07.06.2023

Статья принята к печати: 21.07.2023

Статья опубликована: 31.08.2023

# Audiovisual Stimulation and Cognitive Behavioral Psychotherapy Complex Application in the Rehabilitation of Patients with Long COVID: a Prospective Randomized Study

 Olga I. Odarushchenko\*,  Mariana A. Ansokova,  Larisa A. Marchenkova,  Olga V. Yurova,  Anatoliy D. Fesyun

National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Moscow, the Russian Federation

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** The COVID-19 pandemic has created threats and risks not only for the physical but for the mental health of people as well. To date, there is insufficient scientific data on anxiety, depression in patients who have undergone COVID-19, and the clinical effectiveness of comprehensive medical rehabilitation programs in patients with post-COVID disorders.

**AIM.** To study the clinical effectiveness of the use of audiovisual stimulation and cognitive behavioral psychotherapy in the complex rehabilitation of patients with post-COVID syndrome.

**MATERIALS AND METHODS.** The study included 59 patients with the long COVID disorders from 1 to 6 months after the disease, of which 41 (69.5 %) women and 18 (30.5 %) men aged between 31 and 81, with the mean age being  $59.73 \pm 1.59$  years. All the patients were randomized into two groups. Group I (main) included 29 patients, 9 men, 20 women, the mean age  $60.72 \pm 2.04$  years, who underwent medical rehabilitation using audiovisual stimulation and cognitive behavioral psychotherapy techniques. The II (control group) included 30 patients, including 9 men, 21 women; the mean age was  $58.63 \pm 2.44$  years, who underwent rehabilitation consisting of a standard set of measures. To objectify emotional disturbances, the Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS) and the author's computer program for assessing subjective comfort, situational and personal anxiety were used. Statistical data processing was carried out using the program "Statistica-10". The degree of differences in quantitative indicators in the groups was assessed by the Wilcoxon test, the significance of differences between the groups after the treatment was made by the Mann-Whitney test ( $p$ ). The assessment of qualitative indicators was carried out by analyzing multifield tables using the Pearson chi-square test.

**RESULTS.** The use of audiovisual stimulation and cognitive behavioral psychotherapy in the complex rehabilitation of patients with long COVID disorder syndrome contributed to the regression of emotional disorders, as evidenced by statistically significant changes in indicators on the HADS, Spielberger-Khanin, State Scale ( $p < 0.05$ ). No signs of anxiety and depression were observed after the treatment in 27 (93.1 %) patients. Average (reference) levels of situational and personal anxiety were observed in 28 (96.6 %) and 21 (72.4%) patients, respectively. The subjective comfort index reached a high level in 19 (65.5 %) ( $p < 0.0001$ ) patients.

**DISCUSSION.** The study showed that patients who had suffered COVID-19 and had long COVID disorders before the treatment were under the influence of a high-intensity stressful situation, experienced high-level anxiety and experienced severe psycho-emotional stress. The use of audiovisual stimulation and cognitive behavioral psychotherapy helped to increase the number of patients without anxiety and depressive symptoms ( $p < 0.05$ ), reduce the high level of situational and personal anxiety on the Spielberger-Khanin scale ( $p < 0.05$ ), and increase tolerance to psychological stress and the ability to independently cope with stress and its consequences.

**CONCLUSION.** A comprehensive rehabilitation program, including audiovisual stimulation and cognitive behavioral psychotherapy, helps to effectively relieve emotional stress and change the inappropriate behavior of patients with long COVID disorders.

**KEYWORDS:** long COVID disorder syndrome, rehabilitation, anxiety, depression, situational anxiety, personal anxiety, stress, emotional disturbances, coping strategies.

**For citation:** Odarushchenko O.I., Ansokova M.A., Marchenkova L.A., Yurova O.V. Fesyun A.D. Audiovisual Stimulation and Cognitive Behavioral Psychotherapy Complex Application in the Rehabilitation of Patients with Long COVID: a Prospective Randomized Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(4):96-104. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-96-104> (In Russ.).

\***For correspondence:** Olga I. Odarushchenko, E-mail: odaruschenkooi@nmicrk.ru

**Received:** 07.06.2023

**Accepted:** 21.07.2023

**Published:** 31.08.2023



## ВВЕДЕНИЕ

Новая коронавирусная инфекция COVID-19, затронувшая значительную часть населения Земли, воздействие мер по смягчению последствий карантина, введенные во многих странах в 2020 г., такие как социальное дистанцирование и самоизоляция оказали существенное влияние на психическое здоровье людей и спровоцировали, по данным китайских исследователей, эпидемию тревожно-депрессивных состояний [1–4].

По данным литературы, к наиболее частым психическим нарушениям постковидного синдрома относятся астения, когнитивные нарушения, тревога, депрессия, бессонница и стрессовые расстройства, которые, сочетаясь между собой, образуют особый клинический астеноневротический синдром, сопровождающийся депрессией и когнитивной дисфункцией [1, 5, 6]. Данные последствия могут продолжаться длительное время и после окончания пандемии (например, из-за тяжелой утраты, безработицы, финансовых потерь и т. д.). [1]. Около 30 % пациентов, переболевших COVID-19, сообщают о продолжающихся проблемах со здоровьем, независимо от тяжести первоначальной инфекции. Данный синдром получил название «длительный COVID» (англ. «long COVID»). При этом у пациентов происходят серьезные нарушения со стороны сердца, легких, мозга, почек, сосудов и других жизненно важных систем и органов человека. Таким пациентам необходим комплексный подход к охране здоровья, который сочетает в себе традиционное медикаментозное лечение, немедикаментозные подходы, а также изменения в поведении и образе жизни [6–8].

В связи с этим требуется разработка программ медицинской реабилитации для решения проблемы возникновения новых, а также обострения существующих проблем психического здоровья, сформированные с учетом индивидуальных потребностей пациентов с синдромом постковидных нарушений [9–12].

## ЦЕЛЬ

Изучить клиническую эффективность применения аудиовизуальной стимуляции и когнитивно-поведенческой психотерапии в комплексной реабилитации пациентов с синдромом постковидных нарушений.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании приняли участие 59 пациентов, перенесших COVID-19, из них 41 (69,5 %) женщина и 18 (30,5 %) мужчин в возрасте от 31 до 81 года, средний возраст составил  $59,73 \pm 1,59$  года.

В I, основную, группу вошли 29 пациентов, из них 9 мужчин, 20 женщин, возраст составил  $60,72 \pm 2,04$  года, у которых проводилась психологическая коррекция с включением аудиовизуальной стимуляции и техник когнитивно-поведенческой психотерапии и стандартный комплекс реабилитационных мероприятий.

Во II, контрольную, группу вошли 30 пациентов, из них 9 мужчин, 21 женщина, возраст составил  $58,63 \pm 2,44$  года, у которых проводился стандартный комплекс реабилитационных мероприятий.

Аудиовизуальная стимуляция осуществлялась с помощью устройства «Комплекс аппаратно-программный для коррекции психосоматического состояния человека с помощью запрограммированных резонансно-аку-

стических колебаний сигналов ЭКГ и/или ЭЭГ Кап КПС «ЭКРАН» (ООО «АКСМА», Россия) [11]. Режим работы аппарата устанавливался на программу «Релаксация», согласно которой бинауральное воздействие осуществлялось в режиме плавной перестройки из состояния бета-активности (15 Гц) вниз до тета-ритма (7 Гц). Курс лечения включал 10 процедур, длительность одной процедуры составляла 22 минуты.

Когнитивно-поведенческая терапия проводилась в виде психотерапевтических сессий с помощью техник, направленных на анализ и изменение убеждений пациента в отношении своих страхов и беспокойства о здоровье, на коррекцию несоответствующих ситуации дисфункциональных эмоциональных состояний и формирование новых поведенческих копинг-стратегий, способствующих улучшению межличностных взаимодействий и активному вовлечению пациентов в реабилитационный процесс (5 сессий по 40 минут, через день).

Стандартный комплекс реабилитационных мероприятий включал: специальный комплекс лечебной гимнастики, выполняемой в зале с инструктором ЛФК (10 процедур); низкоинтенсивное лазерное излучение в инфракрасном диапазоне (длина волны 880 нм) на кожу на область локтевых ямок с помощью матричных излучателей (средняя импульсная мощность составляла 10 Вт/имп., частота следования импульсов 80 Гц) (10 процедур); спелеовоздействие (10 процедур); медицинский массаж на область грудной клетки (10 процедур).

Психологическая диагностика эмоционального состояния у пациентов, перенесших COVID-19, проводилась с использованием госпитальной шкалы тревоги и депрессии (HADS) и авторской компьютерной программы «Программа исследования актуального эмоционального состояния пациента для выбора пути психологической реабилитации» для оценки субъективного комфорта и ситуативной и личностной тревожности [12, 13]. Все исследования проводились до и после лечения.

Для статистической обработки данных использовали программу «Statistica-10». Степень различий количественных показателей в группах до и после лечения оценивали по критерию Вилкоксона, достоверность различий между группами после лечения произведена по критерию Манна — Уитни (*p*). Оценка достоверности различий распределения по категориям выраженности признаков выполнена методом анализа многопольных таблиц с использованием критерия Хи-квадрат Пирсона.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

При оценке актуального эмоционального состояния пациентов, перенесших COVID-19, до проведения реабилитационных мероприятий были получены следующие данные.

Тревога и депрессия субклинического и клинического уровня по шкале HADS отмечалась у 22 (75,9 %) пациентов I группы и у 22 (73,3 %) пациентов II группы; высокие и низкие показатели ситуативной тревожности по шкале Спилбергера — Ханина были выявлены соответственно у 24 (82,8 %) пациентов I группы и у 24 (80,0 %) пациентов II группы; низкие показатели субъективного комфорта наблюдались у 21 (72,4 %) пациента I и 23 (76,7 %) пациентов II группы, что соответствовало эмоциональным нарушениям у большинства пациентов.

Оценка эмоционального состояния в группах после лечения показала улучшение показателей и в основной группе, и в группе контроля, но разной степени выраженности.

На фоне проводимого лечения при наблюдении в динамике у пациентов и I (основной), и II (контрольной) групп снизились значения медиан по шкале тревоги HADS ( $p < 0,05$ ), но значимое снижение значений медиан по шкалам тревоги и депрессии наблюдалось только в I группе. В то же время достоверность межгрупповых различий значений медиан после лечения была выявлена только по шкале тревоги ( $p < 0,05$ ).

Оценка динамики показателей ситуативной и личностной тревожности по шкале Спилбергера — Ханина выявила значимое уменьшение значений медиан у пациентов I группы ( $p < 0,001$ ). Межгрупповое сравнение после лечения показало достоверность различий значений медиан ситуативной и личностной тревожности также у пациентов I (основной) группы ( $p < 0,05$ ).

Индекс субъективного комфорта после лечения изменился по отношению к исходному показателю и в I группе, и во II группе, но значимое изменение индекса субъективного комфорта было выявлено у пациентов I группы ( $p < 0,001$ ). В то же время достоверность межгрупповых

различий значений медиан индекса субъективного комфорта после лечения была выявлена также в I группе ( $p < 0,05$ ) (табл. 1).

Анализ динамики уровня выраженности показателей актуального эмоционального состояния тревоги и депрессии, ситуативной и личностной тревожности, субъективного комфорта показал, что на фоне проведенной терапии значительно уменьшились тревога и депрессия клинического и субклинического уровня по шкале HADS у пациентов I группы ( $p < 0,001$ ) и клинический уровень тревоги у пациентов II группы ( $p < 0,05$ ). Межгрупповое сравнение динамики снижения показателей тревоги и депрессии по соответствующим уровням после лечения показало значимое снижение субклинического уровня тревоги и депрессии и увеличение количества пациентов с отсутствием тревожных и депрессивных признаков у пациентов I группы ( $p < 0,05$ ) (табл. 2).

Существенно снизились высокие уровни ситуативной и личностной тревожности по шкале Спилбергера — Ханина у пациентов I группы ( $p < 0,001$ ). Межгрупповое сравнение динамики снижения показателей ситуативной и личностной тревожности по соответствующим уровням после лечения показало значимое снижение высоко-го уровня тревожности у пациентов I группы ( $p < 0,05$ ).

**Таблица 1.** Динамика показателей эмоционального состояния (в баллах) у пациентов с постковидными нарушениями под влиянием аудиовизуальной стимуляции и когнитивно-поведенческой психотерапии (Me [Q<sub>1</sub>; Q<sub>3</sub>])

**Table 1.** Dynamics of emotional state indicators (in points) in patients with post-COVID disorders under the influence of audiovisual stimulation and cognitive behavioral psychotherapy (Me [Q<sub>1</sub>; Q<sub>3</sub>])

Наименование параметра / Parameter Name	Группа I (основная) / Group I (main) (n = 29)		Группа II (контрольная) / Group II (control) (n = 30)	
	до / before	после / after	до / before	после / after
Тревога по шкале HADS / HADS anxiety	8,9 [8,0; 10,0]	4,3 [3,0; 6,0]**	7,8 [4,0; 11,0]	6,0 [4,0; 9,0]**
Депрессия по шкале HADS / Depression on the HADS scale	8,0 [5,0; 10,0]	4,8 [4,0; 7,0]*	7,2 [3,0; 11,0]	5,2 [3,0; 9,0]
Ситуативная тревожность по шкале Спилбергера — Ханина / Situational anxiety on the Spielberger-Khanin scale	46,0 [44,0; 49,0]	42,0 [36,0; 44,0]**	45,5 [43,0; 49,0]	45,5 [44,0; 49,0]**
Личностная тревожность по шкале Спилбергера — Ханина / Personal anxiety on the Spielberger- Khanin scale	47,0 [45,0; 51,0]	42,0 [36,0; 44,0]**	47,0 [44,0; 51,0]	45,0 [43,0; 49,0]**
Индекс субъективного комфорта по шкале состояний / Index of subjective comfort on a scale of states	39,0 [35,0; 42,0]	49,0 [48,0; 52,0]**	39,0 [36,0; 41,0]	40,0 [38,0; 42,0]**

**Примечание:** Анализ различий произведен по критерию Вилкоксона, статистически достоверное отличие до и после лечения, \* —  $p < 0,05$ , \*\* —  $p < 0,001$ . Достоверность различий между группами после лечения произведена по критерию Манна — Уитни: # —  $p < 0,05$ ; ## —  $p < 0,001$ .

**Note:** Differences were analyzed using the Wilcoxon test, \* — statistically significant difference before and after treatment, \* —  $p < 0.05$ ; \*\* —  $p < 0.001$ . The significance of differences between groups after treatment was made according to the Mann-Whitney test: # —  $p < 0.05$ ; ## —  $p < 0.001$ .

**Таблица 2.** Динамика уровня выраженности показателей тревоги и депрессии по шкале HADS у пациентов с постковидными нарушениями (абс./%)

**Table 2.** Dynamics of the level of severity of anxiety and depression indicators on the HADS scale in patients with post-COVID disorders (abs./%)

Наименование параметра / Parameter Name	Группа I (основная) / Group I (main) (n = 29)			Группа II (контрольная) / Group II (control) (n = 30)			Достоверность отличий между группами / Significance of differences between the groups	
	до / before (%)	после / after (%)	p	до / before (%)	после / after (%)	p	p до / before (%)	p после / after (%)
<b>Тревога по шкале HADS / HADS anxiety</b>								
Клинический уровень / Clinical level	6/21	0/0		7/23	1/3			
Субклинический уровень / Subclinical level	16/55	2/7	< 0,001 $\chi^2 = 28,7$	15/50	10/33	< 0,05 $\chi^2 = 10,0$	0,92 $\chi^2 = 0,16$	< 0,05 $\chi^2 = 7,7$
Отсутствие тревожных симптомов / No warning signs	7/24	27/93		8/27	19/64			
<b>Депрессия по шкале HADS / Depression on the HADS scale</b>								
Клинический уровень / Clinical level	7/24	0/0		8/27	2/7			
Субклинический уровень / Subclinical level	13/45	2/7	< 0,001 $\chi^2 = 24,1$	12/40	9/30	< 0,05 $\chi^2 = 6,8$	0,93 $\chi^2 = 0,14$	< 0,05 $\chi^2 = 7,8$
Отсутствие депрессивных симптомов / No depressive symptoms	9/31	27/93		10/33	19/63			

**Примечание:** Оценка достоверности различий распределения по категориям выраженности признаков тревоги и депрессии выполнена методом анализа многопольных таблиц с использованием критерия Хи-квадрат Пирсона.  
**Note:** The assessment of qualitative indicators was carried out by analyzing multifield tables using the Pearson chi-square test.

Тогда как во II группе не выявлено значимого снижения высокого уровня ситуативной и личностной тревожности (табл. 3).

При этом важно, что только в I группе значимо увеличилось количество пациентов с уровнем ситуативной и личностной тревожности, соответствующим референсному значению (средний уровень) ( $p < 0,001$ ).

Не выявлено значимого уменьшения числа пациентов с низким уровнем ситуативной и личностной тревожности ни в основной группе, ни в группе сравнения, что может означать необходимость включения в психокоррекционную работу с такими пациентами других методов психотерапии.

Межгрупповое сравнение динамики показателей по уровням ситуативной и личностной тревожности после лечения показало значимое уменьшение в I группе пациентов с высоким уровнем ситуативной и личностной тревожности ( $p < 0,001$  и  $p < 0,05$ ) и достоверное увеличение количества пациентов со средним уровнем ( $p < 0,05$ ) (табл. 3).

После лечения улучшились показатели субъективного комфорта по шкале состояний у пациентов и основной группы, и группы сравнения, но с разной степенью выраженности.

Количество пациентов с высоким уровнем субъективного комфорта существенно увеличилось только в I группе ( $p < 0,001$ ), т. е. у 19 (65,5 %) пациентов основной группы после лечения было хорошее самочувствие, тогда как во II группе не выявлено пациентов с высоким уровнем субъективного комфорта.

Также в I группе существенно уменьшилось количество пациентов с низким уровнем субъективного комфорта ( $p < 0,001$ ), тогда как во II группе не выявлено достоверного уменьшения пациентов с низким уровнем субъективного комфорта (табл. 4).

Все вышеотмеченное свидетельствует о том, что у 93,1 % пациентов основной группы после проведения психологической коррекции эмоциональное состояние существенно улучшилось ( $p < 0,05$ ).

**Таблица 3.** Динамика уровня выраженности показателей ситуативной и личностной тревожности по шкале Спилберга — Ханина у пациентов с постковидными нарушениями (абс./%)**Table 3.** Dynamics of the level of severity of indicators of situational and personal anxiety on the Spielberger-Khanin scale in patients with post-COVID disorders (abs./%)

Наименование параметра / Parameter Name	Группа I (основная) / Group I (main) (n = 29)			Группа II (контрольная) / Group II (control) (n = 30)			Достоверность отличий между группами / Significance of differences between the groups	
	до / before (%)	после / after (%)	p	до / before (%)	до / before (%)	после / after (%)	p	p после / after
<b>Ситуативная тревожность / Situational anxiety</b>								
Высокий уровень / Highlevel	21/72	0		21/70	21/70			
Средний уровень / Middle level	5/18	28/97	< 0,001 $\chi^2 = 38,0$	6/20	7/23	0,87 $\chi^2 = 0,28$	0,96 $\chi^2 = 0,07$	< 0,001 $\chi^2 = 33,9$
Низкий уровень / Low level	3/10	1/3		3/10	2/7			
<b>Личностная тревожность / Personal anxiety</b>								
Высокий уровень / Highlevel	21/72	4/14		22/73	19/63			
Средний уровень / Middle level	7/25	21/72	< 0,001 $\chi^2 = 20,4$	6/20	9/30	0,66 $\chi^2 = 0,82$	0,81 $\chi^2 = 0,42$	< 0,001 $\chi^2 = 15,2$
Низкий уровень / Low level	1/3	4/14		2/7	2/7			

**Примечание:** Оценка достоверности различий распределения по категориям выраженности признаков тревоги и депрессии выполнена методом анализа многопольных таблиц с использованием критерия Хи-квадрат Пирсона.

**Note:** The assessment of qualitative indicators was carried out by analyzing multifield tables using the Pearson chi-square test.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенное исследование показало, что пациенты, перенесшие COVID-19, имеющие постковидные нарушения до лечения, находились под воздействием стрессовой ситуации высокой интенсивности, переживали тревогу высокого уровня и испытывали сильное психоэмоциональное напряжение. Это отчасти подтверждает выводы, сделанные и другими исследователями, что тревога, депрессия, приступы паники, симптомы посттравматического стресса, психоз, зависимость, обсессивно-компульсивное расстройство и суицидальность могут продолжаться долгое время после окончания пандемии [1, 4, 5].

Результаты исследования подтверждают данные, полученные другими исследователями, о снижении показателей депрессивных состояний и тревожности при клиническом применении аудиовизуального воздействия [14, 15], расширяют возможности коррекции психоэмоционального статуса пациентов с психосоматическими заболеваниями техниками когнитивно-поведенческой психотерапии.

На фоне проведенной медицинской реабилитации с включением аудиовизуальной стимуляции и когнитивно-поведенческой психотерапии значительно снизились медиальные значения тревоги и депрессии по шкале HADS, ситуативной и личностной тревожности по шкале Спилберга — Ханина и увеличилось значение медианы индекса субъективного комфорта по шкале состояний ( $p < 0,05$ ).

Применение аудиовизуальной стимуляции и когнитивно-поведенческой психотерапии позволило существенно снизить субклинический и клинический уровень тревоги по шкале HADS у пациентов с постковидными нарушениями, увеличить количество пациентов с отсутствием тревожных и депрессивных признаков ( $p < 0,05$ ).

Включение аудиовизуальной стимуляции и когнитивно-поведенческой психотерапии в программу медицинской реабилитации пациентов с постковидными нарушениями позволило значительно снизить высокий уровень ситуативной и личностной тревожности по шкале Спилберга — Ханина ( $p < 0,05$ ), повысить толерантность к психологическим нагрузкам и способность самосто-



**Таблица 4.** Динамика уровня выраженности показателя субъективного комфорта по шкале состояний у пациентов с постковидными нарушениями (абс./%)

**Table 4.** Dynamics of the level of expression of the subjective comfort indicator on the State Scale in patients with post-COVID disorders (abs./%)

Наименование параметра / Parameter Name		Группа I (основная) / Group I (main) (n = 29)			Группа II (контрольная) / Group II (control) (n = 30)			Достоверность отличий между группами / Significance of differences between the groups	
		до / before (%)	после / after (%)	p	до / before (%)	до / before (%)	после / after (%)	p	p после/ after
Индекс субъективного комфорта по шкале состояний / Index of subjective comfort on a scale of states	Высокий уровень / Highlevel	0	19/66		0	0			
	Средний уровень / Middle level	8/28	10/34	< 0,001 $\chi^2 = 40,2$	7/23	10/33	1,0 $\chi^2 = 5,6$	1,0 $\chi^2 = 6,0$	< 0,001 $\chi^2 = 39,0$
	Низкий уровень / Low level	21/72	0		23/77	20/67			

**Примечание:** Оценка достоверности различий распределения по категориям выраженности признаков тревоги и депрессии выполнена методом анализа многопольных таблиц с использованием критерия Хи-квадрат Пирсона.

**Note:** The assessment of qualitative indicators was carried out by analyzing multifield tables using the Pearson chi-square test.

ятельно справляться со стрессом и его последствиями.

Аудиовизуальная стимуляция и когнитивно-поведенческая психотерапия, включенные в программу медицинской реабилитации пациентов с постковидными нарушениями, позволили существенно увеличить количество пациентов со средним (референсным) значением ситуативной и личностной тревожности ( $p < 0,001$  и  $p < 0,05$ ), что свидетельствует о благоприятном прогнозе изменений в эмоциональном состоянии пациентов с эмоциональными нарушениями.

На фоне проведенной терапии с включением аудиовизуальной стимуляции и техник когнитивно-поведенческой психотерапии существенно увеличилось количество пациентов с высоким уровнем субъективного комфорта ( $p < 0,001$ ), а также значительно снизилось количество пациентов с низким уровнем субъективного комфорта ( $p < 0,001$ , что свидетельствует о том, что большинство пациентов после лечения чувствовали себя хорошо.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Изучение исходного эмоционального состояния у пациентов, перенесших COVID-19 и имеющих постко-

видные нарушения, показало, что 74,3 % пациентов имеют эмоциональные нарушения в виде высоких показателей тревоги и депрессии, высокого уровня ситуативной и личностной тревожности, низких показателей субъективного комфорта, что может приводить к нарушению внимания, процессов тонкой координации движений и затрудняет осуществление профессиональной деятельности.

2. Применение аудиовизуальной стимуляции и когнитивно-поведенческой психотерапии в комплексной реабилитации пациентов с синдромом постковидных нарушений позволяет существенно снизить тревогу у 69,0 % и депрессию у 62,1 % пациентов, а также ситуативную и личностную тревожность у 79,4 и 48,3 % пациентов соответственно.
3. Включение аудиовизуальной стимуляции и техник когнитивно-поведенческой психотерапии в программы комплексной реабилитации пациентов с синдромом постковидных нарушений приводит к улучшению самочувствия у 65,5 % пациентов, способствует повышению мотивации к реабилитации и восстановительному лечению.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Одарущенко Ольга Ивановна**, кандидат психологических наук, ведущий научный сотрудник отдела нейрореабилитации и клинической психологии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

E-mail: odaruschenkooi@nmicrk.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0416-3558>

**Ансокова Марьяна Аркадьевна**, кандидат медицинских наук, 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>

**Марченкова Лариса Александровна**, доктор медицинских наук, заведующая и ведущий 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>

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

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

**Фесюн Анатолий Дмитриевич**, доктор медицинских наук, профессор кафедры организации здравоохранения и санаторно-курортного дела, и. о. директора ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3097-8889>

**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: Одарушченко О.И. — набор исследуемого материала, статистическая обработка и анализ данных, обзор и анализ публика-

ций по теме статьи, написание текста рукописи; формулирование выводов; Ансокова М.А., Марченкова Л.А. — значимое участие в разработке концепции и дизайна исследования, проверка критически важного содержания статьи, научная редакция текста рукописи, формулирование выводов; Фесюн А.Д., Юрова О.В. — значимое участие в разработке концепции и дизайна исследования, финальное утверждение рукописи для публикации.

**Источники финансирования.** Данное исследование проведено по Государственному заданию на выполнение научно-исследовательской работы в ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России на 2021–2024 гг.

**Конфликт интересов.** Одарушченко О.И., Марченкова Л.А., Фесюн А.Д. являются соавторами (правообладателями) патента на изобретение RU 2783330 C1, 11.11.2022 (Заявка № 2022121770 от 10.08.2022), при разработке которого использованы результаты исследования. Фесюн А.Д. — и. о. директора ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии», президент Национальной ассоциации экспертов по санаторно-курортному лечению, главный редактор журнала «Вестник восстановительной медицины». Юрова О.В. — заместитель главного редактора журнала «Вестник восстановительной медицины». Остальные авторы заявляют об отсутствии 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 решением локального этического комитета ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России (протокол № 10 от 28.11.2022).

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

## ADDITIONAL INFORMATION

**Olga I. Odarushchenko**, Ph. D. (Psychol.), Leading Researcher of the Department of Neurorehabilitation and Clinical Psychology, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology. E-mail: [odaruschenkooi@nmicrk.ru](mailto:odaruschenkooi@nmicrk.ru);

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0416-3558>

**Mariana A. Ansokova**, Ph. D. (Med.), Junior Researcher, Department of Somatic Rehabilitation of Reproductive Health and Active Longevity, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

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

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

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

**Olga V. Yurova**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Deputy Director for Educational and Scientific Activities, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

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

**Anatoliy D. Fesyun**, Dr. Sci. (Med.), Professor of Department of Healthcare Planning and Health Resort Management, Acting Director, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3097-8889>

**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: Odarushchenko O.I. — collection of the material, statistical processing and data analysis, review and analysis of publications on the topic of the article, writing the text of the manuscript; formulation of conclusions; Ansokova M.A., Marchenkova L.A. — significant participation in the development of the concept and design of the study, verification of the critical content of the article, scientific revision of the text of the manuscript, formulation of conclusions; Fesyun A.D., Yurova O.V. — significant participation in the development of the concept and design of the study, final approval of the manuscript for publication.

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

**Disclosure.** Odarushchenko O.I., Marchenkova L.A., Fesyun A.D. are co-authors (copyright holders) of the patent for the invention RU 2783330 C1, 11.11.2022. (Application no. 2022121770 dated 10.08.2022), in the development of which the results of the study were used. Fesyun A.D. — Editor-in-Chief of the Bulletin of Rehabilitation Medicine, Yurova O.V. — Deputy Editor-in-Chief of the journal Bulletin of Rehabilitation Medicine. Other authors declare that there is no conflict of interest related to the research and 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 the Local Ethics Committee of the National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology (Protocol No. 10 of 11/28/2022).

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

## Список литературы / References

- Antonova E., Schlosser K., Pandey R., Kumari V. Coping With COVID-19: Mindfulness-Based Approaches for Mitigating Mental Health Crisis. *Front Psychiatry*. 2021 Mar 23; 12:563417. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2021.563417>
- Yao H., Chen J.H., Xu Y.F. Patients with mental health disorders in the COVID-19 epidemic. *Lancet Psychiatry*. 2020; 7 (4): e21. [https://doi.org/10.1016/S2215-0366\(20\)30090-0](https://doi.org/10.1016/S2215-0366(20)30090-0)
- Lai J., Ma S., Wang Y. et al. Factors Associated With Mental Health Outcomes Among Health Care Workers Exposed to Coronavirus Disease 2019. *JAMA Network Open*. 2020; 3 (3): e203976. DOI: <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.3976>
- Мосолов С.Н. Длительные психические нарушения после перенесенной острой коронавирусной инфекции SARS-CoV-2. Современная терапия психических расстройств. 2021; 3: 2–23. <https://doi.org/10.21265/PSYPH.2021.31.25.001> [Mosolov S.N. Long-term Psychiatric Sequelae of SARS-CoV-2 Infection. *Current Therapy of Mental Disorders*. 2021; 3: 2–23. <https://doi.org/10.21265/PSYPH.2021.31.25.001> (In Russ).]
- Албакова З.А.-М. Психологические и психические последствия заболевания COVID-19. Международный научно-исследовательский журнал. 2022; 5(119). <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.119.5.039> [Albakova, Z.A.-M. Psychological and mental consequences of COVID-19. *International Research Journal*. 2022; 5(119). <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.119.5.039> (In Russ).]
- Roth A., Chan P.S., Jonas W. Addressing the Long COVID Crisis: Integrative Health and Long COVID. *Global Advances in Integrative Medicine and Health*. 2021; 10:21649561211056597. <https://doi.org/10.1177/21649561211056597>
- Одарущенко О.И., Кузюкова А.А., Яковлев М.Ю. и др. Тревожные переживания медицинских работников и других групп населения, вызванные распространением COVID-19. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2020; 64(6): 364–367. <https://doi.org/10.46563/0044-197X-2020-64-6-364-367> [Odarushchenko O.I., Kuzyukova A.A., Yakovlev M.Yu., et al. Anxious experiences of healthcare workers and other populations caused by the spread of COVID-19. *Health care of the Russian Federation*. 2020; 64(6): 364–367. <https://doi.org/10.46563/0044-197X-2020-64-6-364-367> (In Russ)]
- Poole-Wright K., Guennouni I., Sterry O. et al. Fatigue outcomes following COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*. 2023; 13(4): e063969. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-063969>
- Шишкова В.Н., Имамгазова К.Э., Капустина Л.А. Коррекция психоэмоциональных нарушений и краткосрочный прогноз у пациентов с COVID-19. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2022; 122(5): 63–68. [Correction of psychoemotional disorders and short-term prognosis in patients with COVID-19. *Zhurnal Nevrologii i Psikiatrii imeni S.S. Korsakova*. 2022; 122(5): 63-68. <https://doi.org/10.17116/jnevro202212205163> (In Russ)].
- Хасанова Д.Р., Житкова Ю.В., Васкаева Г.Р. Постковидный синдром: обзор знаний о патогенезе, нейропсихиатрических проявлениях и перспективах лечения. *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. 2021; 13(3): 93–98. <https://doi.org/10.14412/2074-2711-2021-3-93-98> [Khasanova D.R., Zhitkova Yu.V., Vaskaeva G.R. Post-COVID syndrome: a review of knowledge about the pathogenesis, neuropsychiatric manifestations and treatment prospects. *Neurology, neuropsychiatry, psychosomatics*. 2021; 13(3): 93–98. <https://doi.org/10.14412/2074-2711-2021-3-93-98> (In Russ)]
- Юрова О.В., Кончугова Т.В. Применение аппаратурно-программного комплекса для коррекции психосоматического состояния человека с помощью запрограммированных резонансно-акустических колебаний сигналов ЭЭГ (АПК КАП КПС-«ЭКРАН»). *Методические рекомендации*. М., 2023. 35 с. [Yurova O.V., Konchugova T.V. *Primenenie apparaturno-programmnogo kompleksa dlya korrekcii psihosomaticheskogo sostoyaniya cheloveka s pomoshch'yu zaprogrammirovannyh rezonansno-akusticheskikh kolebanij signalov EEG (APK KAP KPS-«EKРАН»)*. Metodicheskie rekomendacii. Moscow. 2023. 35 p.]
- Одарущенко О.И. Программа исследования актуального эмоционального состояния пациента для выбора пути психологической реабилитации. *Навигатор в мире науки и образования*. 2022; 02(55): 26–45 [Odarushchenko O.I. The program of research of the actual emotional state of the patient to choose the path of psychological rehabilitation. *Navigator in the world of science and education*. 2022; 02(55): 26–45 (In Russ)]
- Леонова А.Б., Кузнецова А.С. Психологические технологии управления состоянием человека. М.: Смысл. 2009: 311 с. [Leonova A.B., Kuznesova A.S. *Psihologicheskie tekhnologii upravleniya sostoyaniem cheloveka*. Moscow: Smysl. 2009: 311 p. (In Russ)]
- Уразаева Ф.Х. Применение бинауральной стимуляции для коррекции эмоционально-аффективных нарушений. *Фундаментальные исследования*. 2006; 1: 110–112. [Urazaeva F.Kh. The use of binaural stimulation for the correction of emotional and affective disorders. *Fundamental Research*. 2006; 1: 110–112. (In Russ)]
- Федоров С.А. Реабилитация пациентов с посттравматическими стрессовыми расстройствами на основе использования метода бинауральных воздействий. *Инновационные исследования как основа развития научной мысли. Сборник научных трудов по материалам VII Международной научно-практической конференции — Анапа: Изд-во «НИЦ ЭСП» в ЮФО*. 2023; 23–31. [Fedorov S.A. Rehabilitation of patients with post-traumatic stress disorders based on the use of the method of binaural influences. *Innovative research as the basis for the development of scientific thought. Collection of scientific papers based on the materials of the VII International Scientific and Practical Conference — Anapa: Publishing House "National Research Center ESP" in the Southern Federal District*. 2023; 23–31. (In Russ)]

## Сезонные колебания гемодинамических характеристик у пациентов с повышенной метеочувствительностью: анкетный опрос

ИД Князева Т.А.<sup>1</sup>, ИД Абрамова Б.Ю.<sup>1</sup>, ИД Гришечкина И.А.<sup>1,\*</sup>, ИД Вальцева Е.А.<sup>1</sup>,  
ИД Яковлев М.Ю.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Министерства здравоохранения, Москва, Россия

<sup>2</sup> ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения, Москва, Россия

### РЕЗЮМЕ

**ВВЕДЕНИЕ.** В настоящее время Российская Федерация занимает одно из первых мест среди развитых стран мира по смертности от сердечно-сосудистых заболеваний, в 3–5 раз превышая аналогичный показатель в развитых странах. Артериальная гипертензия, курение, сахарный диабет, ожирение и другие факторы риска способствуют возникновению и прогрессированию сердечно-сосудистых заболеваний, а модификация образа и снижение уровней факторов риска может замедлить их развитие. Увеличение физической активности наряду со снижением общей калорийности пищи является обязательной при редукации массы тела. При сочетании физических упражнений с климатотерапией (терренкур, физические занятия на открытом воздухе) необходимо учитывать внешние метеорологические условия, а также повышенную метеочувствительность некоторых пациентов, которые способны нивелировать лечебные эффекты, достигнутые при применении, например, терренкура.

**ЦЕЛЬ.** Изучение частоты возникновения и сезонность основных метеопатических реакций у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** Выполнено вербально-коммуникативное обследование 735 пациентов с индексом массы тела 25 кг/м<sup>2</sup> и более, находившихся на лечении в санаторно-курортном комплексе «Вулан». Изучены макроклиматические характеристики местности расположения санаторно-курортного комплекса. Исследование выполнено в рамках научно-исследовательской работы по государственному заданию Министерства здравоохранения Российской Федерации, рег. № 121040200110-0.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** Выявлено, что наибольшая частота зафиксированного повышения артериального давления отмечается в марте, октябре, ноябре и декабре, наименьшая регистрируется в мае, июне и августе. В то же время частоты других метеопатических реакций, таких как страх, тревога, одышка и другие, распределены одинаково в течение года.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** В исследовании проведена оценка естественных климатических факторов курорта, расположенного на Черноморском побережье Северного Кавказа, на примере санаторно-курортного комплекса «Вулан» во взаимосвязи с поиском благоприятного сезона для лечения кардиологических больных с повышенной метеочувствительностью. Полученные результаты позволяют внести предложения о дополнении действующих нормативных документов данными о выявленных благоприятных периодах санаторно-курортного лечения для кардиологических больных, расширив сезонность направления пациентов на курорты Черноморского побережья Северного Кавказа за счет летних месяцев.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** артериальная гипертензия, сезонность, кардиология, санаторно-курортное лечение, климатотерапия, индекс массы тела, факторы риска.

**Для цитирования / For citation:** Князева Т.А., Абрамова Б.Ю., Гришечкина И.А., Вальцева Е.А., Яковлев М.Ю. Сезонные колебания гемодинамических характеристик у пациентов с повышенной метеочувствительностью: анкетный опрос. Вестник восстановительной медицины. 2023; 22(4):105-113 <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-105-113> [Knyazeva T.A., Abramova B.Y., Grishechkina I.A., Valtseva E.A., Yakovlev M.Yu. Seasonal Fluctuations in Hemodynamic Characteristics in Patients with Increased Meteosensitivity: a Survey. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(4):105-113. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-105-113> (In Russ.).]

\* Для корреспонденции: Гришечкина Ирина Александровна, E-mail: [grishechkinaia@nmicrk.ru](mailto:grishechkinaia@nmicrk.ru)

Статья получена: 04.05.2023

Статья принята к печати: 20.06.2023

Статья опубликована: 31.08.2023



# Seasonal Fluctuations in Hemodynamic Characteristics in Patients with Increased Meteosensitivity: a Survey

Татьяна А. Князева<sup>1</sup>, Берта Ю. Абрамова<sup>1</sup>, Ирина А. Гришеchkina<sup>1,\*</sup>,  
Елена А. Вальцева<sup>1</sup>, Максим Ю. Яковлев<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russia

<sup>2</sup> I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** Currently, the Russian Federation occupies one of the first places among the developed countries of the world in terms of mortality from cardiovascular diseases, 3–5 times higher than in developed countries. Arterial hypertension, smoking, diabetes mellitus, obesity, and other risk factors contribute to the onset and progression of cardiovascular diseases, and lifestyle modification and reduction in risk factor levels can slow their development. An increase in physical activity along with a decrease in the total calorie content of food is mandatory for reducing body weight. When combining physical exercises with climatotherapy (health path, physical exercises in the open air), it is necessary to take into account external meteorological conditions, as well as increased meteosensitivity of some patients, which are able to neutralize the therapeutic effects achieved by using, for example, health path.

**AIM.** To study the frequency and seasonality of the main meteopathic reactions in patients with cardiovascular diseases.

**MATERIALS AND METHODS.** We conducted a verbal and communicative examination of 735 patients with a body mass index of 25 kg/m<sup>2</sup> and over, who were treated in the health resort complex “Vulan”. The analysis of patients’ answers about arterial pressure increases and complaints about other meteopathic reactions during the year according to self-monitoring data was carried out. Macroclimatic characteristics of the location of the health resort complex were also studied. The study was performed as part of the research work under the state assignment of the Ministry of Health of the Russian Federation, reg. No. 121040200110-0.

**RESULTS.** It was revealed that the highest frequency of increased blood pressure recorded by patients is registered in March, October, November and December, the lowest is recorded in May, June and August. At the same time, the frequencies of other meteopathic reactions, such as fear, anxiety, shortness of breath, and others, are evenly distributed throughout the year.

**CONCLUSION.** The study evaluated the natural climatic factors of the resort located on the Black Sea coast of the North Caucasus, by the example of the health resort complex “Vulan” in connection with the search of favorable seasons for the treatment of cardiological patients with increased meteosensitivity. The results obtained allow us to make proposals to supplement the current regulatory documents with the data on the identified favorable periods of health resort treatment for cardiologic patients, expanding the seasonality for referring patients to the resorts of the Black Sea coast of the North Caucasus.

**KEYWORDS:** arterial hypertension, seasonality, cardiology, health resort treatment, climatotherapy, body mass, risk factors.

**For citation:** Knyazeva T.A., Abramova B.Y., Grishechkina I.A., Valtseva E.A., Yakovlev M.Yu. Seasonal Fluctuations in Hemodynamic Characteristics in Patients with Increased Meteosensitivity: a Survey. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(4):105-113. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-105-113> (In Russ.).

\* **For correspondence:** Irina A. Grishechkina, E-mail: [grishechkinaia@nmicrk.ru](mailto:grishechkinaia@nmicrk.ru)

**Received:** 04.05.2023

**Accepted:** 20.06.2023

**Published:** 31.08.2023

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время Россия занимает одно из первых мест среди развитых стран мира по смертности от сердечно-сосудистых заболеваний, в 3–5 раз превышая аналогичный показатель в развитых странах [1]. Так, по данным Росстата (2020 г.), в РФ было зарегистрировано 35 420,8 тыс. заболевших и 938,5 тыс. человек, умерших от болезней системы кровообращения, при этом наибольший удельный вес в качестве причины заболеваемости и смертности занимают болезни, характеризующиеся повышенным кровяным давлением [2].

Возникновению и прогрессированию сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) способствуют факторы риска (ФР), такие как ожирение, артериальная гипертензия,

курение и многие другие, а модификация образа жизни и снижение уровней ФР способны замедлить их развитие [3]. Из всех ФР ССЗ избыточная масса тела и ожирение в настоящее время привлекают особое внимание, поскольку их распространенность велика, и отмечается тенденция к их дальнейшему распространению на фоне снижения других ФР [1, 4]. В связи с этим коррекция ожирения и избыточной массы тела, а также поддержание оптимальной массы тела оказывают благоприятный эффект на течение тесно с ними связанных заболеваний, снижая кардиометаболические ФР и сердечно-сосудистый риск [3, 5–7].

Увеличение двигательной и физической активности наряду со снижением общей калорийности принима-

емой пищи является обязательной частью редукции массы тела. Расширение объема двигательной и физической активности проводится постепенно, как самостоятельно, так и под контролем инструкторов лечебной физической культуры в медицинских учреждениях [3, 5]. При увеличении двигательной активности в реабилитационных центрах и в санаториях (терренкур), осуществляемой на открытом воздухе, необходимо учитывать внешние метеорологические условия, а также повышенную метеочувствительность некоторых пациентов, которые в совокупности диктуют необходимость ограничения дистанции и продолжительности ходьбы, а следовательно, модификации лечебного процесса [7].

## ЦЕЛЬ

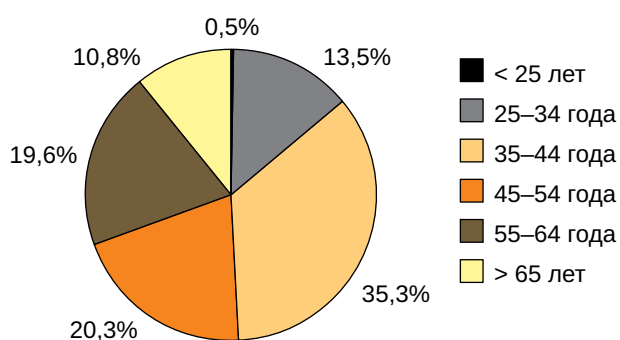
Изучение частоты возникновения и сезонности появления основных метеопатических реакций у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

### Дизайн исследования

Для определения частоты метеопатических реакций и их сезонности было проведено одномоментное поперечное (cross-sectional study) исследование, в котором приняли участие 735 пациентов с индексом массы тела 25–29,9 кг/м<sup>2</sup> и более, проходивших лечение в санаторно-курортном комплексе «Вулан» — научно-клиническом филиале Федерального государственного бюджетного учреждения «Научный медицинский исследовательский центр» Министерства здравоохранения Российской Федерации (далее — СКК «Вулан») в период с 1 февраля 2021 г. по 1 апреля 2022 г.

Из них прошли анкетирование полностью 713 пациентов, из них 78,8 % женщин и 21,2 % мужчин. Возрастной состав опрошенных представлен на рис. 1.



**Рис. 1.** Распределение опрошенных пациентов по возрасту, %

**Fig. 1.** Distribution of the surveyed patients by age, %

В окончательный анализ были включены данные 706 пациентов. В качестве инструмента оценки метеопатических реакций была использована ретроспективная анкета «Метеопатии», разработанная в ходе осуществления государственного задания 2018–2020 гг.

(№ А ААА-А18-118022890045-6) ФГБУ «НМИЦ реабилитации и курортологии» Минздрава России.

Все участники подписали информированное согласие до участия в исследовании. Проведение исследования было запланировано в соответствии с Хельсинской декларацией, протокол одобрен Локальным этическим комитетом Национального медицинского исследовательского центра реабилитации и курортологии (протокол ЛЭК № 4 от 15.04.2021).

### Климатические особенности и географическое расположение изучаемой территории

СКК «Вулан» расположен на Черноморском побережье Северного Кавказа на территории Краснодарского края (рис. 2), его географическое расположение описывается следующими координатами: 44°36′ с.ш., 38°53′ в.д. Тип климата — средиземноморский, влажной субтропической зоны, предгорный.<sup>1</sup>

Продолжительность солнечного сияния на территории изучаемой местности составляет 2200–2300 часов в год, значения среднегодовых температур — +13,3 °С, средних температур июля и января — +23,3 °С и +4,1 °С соответственно, относительная влажность — 68–70 %, продолжительность снежного покрова 6–10 дней. Нужно отметить, что в Черноморской зоне приморского климата устойчивого снежного покрова не бывает вообще, в наиболее приближенной части Туапсе отмечается 5–9 дней со снегом в году, средняя дата его появления — 13 января, мощность 5–10 см. Продолжительность купального сезона достаточно большая — с мая по октябрь. Все эти макроклиматические характеристики по механизму влияния на организм человека позволяют говорить о механизме климата, где расположен СКК «Вулан», как о щадяще-тренирующем.<sup>2</sup>

### Статистический анализ

Статистическая обработка полученных клинических данных проводилась с помощью методов описательной статистики, для оценки межгрупповых различий использован критерий  $\chi^2$ .

Обработка всех полученных результатов исследований выполнена с помощью пакета программ Statistica for Windows, v. 8.0 (Stat Soft Inc., США) и Microsoft Excel (Microsoft, США). Достоверность различий считалась установленной при  $p < 0,05$ .

### РЕЗУЛЬТАТЫ

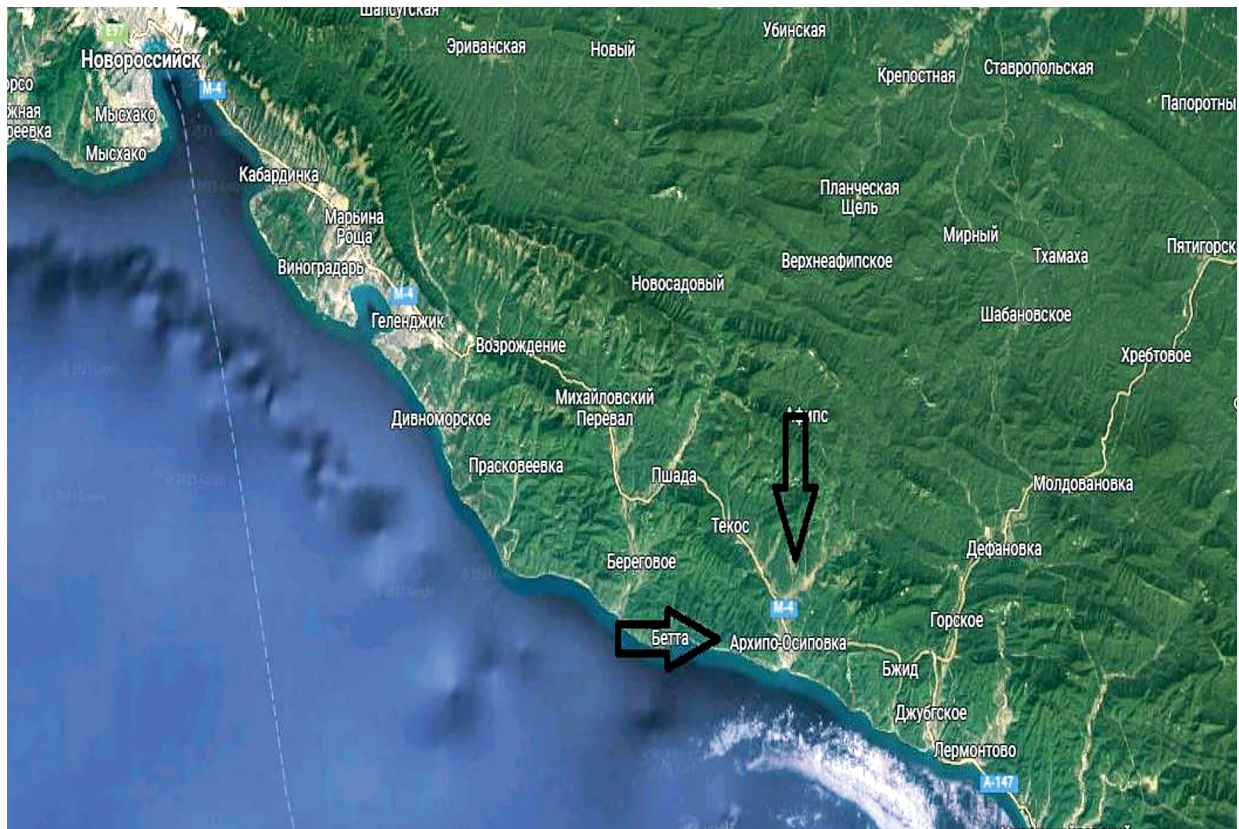
В соответствии с данными ретроспективной анкеты «Метеопатии», которая содержит в своем составе 5 независимых блоков, и поставленной нами целью исследования были использованы следующие категории данных:

- демографические характеристики, сведения о регионе постоянного проживания, основном и сопутствующих заболеваниях;
- данные о наличии метеопатических реакций, их характере и распределении в каждом месяце предыдущего календарного года.

<sup>1</sup>Приказ Минздрава России от 31.05.2021 № 557н «Об утверждении классификации природных лечебных ресурсов, медицинских показаний и противопоказаний к их применению в лечебно-профилактических целях» (зарегистрировано в Минюсте России 29.09.2021 № 65177).

<sup>2</sup>Иклиматический паспорт лечебно-оздоровительной местности. Рекомендации. Министерства здравоохранения РФ. 07.02.97 96/226. Доступно: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=481148#LnuJIOTPu2xn4nT> (дата обращения: 03 марта 2023 г.).





**Рис. 2.** Стрелками на фрагменте карты обозначено расположение СКК «Вулан» на территории села Архипо-Осиповка Краснодарского края

**Fig. 2.** The arrows on the map fragment indicate the location of the CCM "Vulan" on the territory of the village of Arkhipo-Osipovka of the Krasnodar Territory

В исследовании приняли участие преимущественно женщины (78,8 %). Более половины опрошенных в возрасте моложе 55 лет (69,6 %), следовательно, в основном представители трудоспособного возраста (см. рис. 1).

Данные, отражающие распределение заболеваний среди пациентов по основным классам в соответствии с Международной классификацией болезней 10-го пересмотра (МКБ-10), представлены на рис. 3.

Как видно на рис. 3, в структуре заболеваемости у пациентов, страдающих метеопатическими реакциями при перемене места климатического пребывания, преобладают болезни костно-мышечной и соединительной ткани, составляющие 51,3 %. Такое преобладание патологии обусловлено, прежде всего, профилем пациентов, принимающихся для санаторно-курортного лечения.

Далее, на втором месте в структуре заболеваемости отмечаются болезни системы кровообращения (18,3 %) — артериальная гипертензия, ишемическая болезнь сердца и прочие. По данным литературы, представленные цифры обусловлены также частой ассоциацией избыточной массы тела с описанными выше нозологиями [4–7].

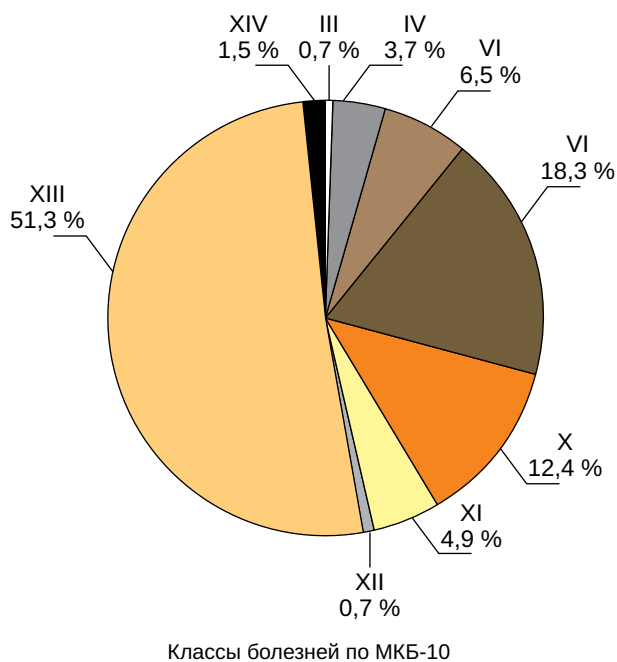
При изучении распространенности метеопатических реакций, возникающих при перемене места климатического пребывания, выявлено, что у пациентов с избытком массы тела чаще, чем у пациентов с индексом массы тела в норме, регистрировались: головная боль (у 59,5 % пациентов,  $p < 0,05$  по критерию  $\chi^2$ ); повышение артериального давления (у 47,0 % паци-

ентов,  $p < 0,05$  по критерию  $\chi^2$ ); выраженность жалоб на плохое самочувствие, проявляющееся в виде слабости, снижении активности (42,5 %,  $p < 0,05$  по критерию  $\chi^2$ ), сонливости (41,4 %,  $p < 0,05$  по критерию  $\chi^2$ ), боли в области суставов (40,5 %,  $p < 0,05$  по критерию  $\chi^2$ ).

При изучении годовой динамики возникновения основных метеопатических реакций пациентов санаторно-курортной организации было выявлено, что частота специфических кардиологических проявлений — повышение артериального давления (АД) по данным самоконтроля (использовались тонометры Omron M3 Comfort, Japan), нарушения ритма сердца, одышки и общих симптомов (головная боль, сонливость, снижение активности, возникновение тревоги и депрессии) имеет общие черты сезонности (рис. 4 и 5).

Таким образом, по данным нашего эмпирического описательного исследования можно вывести благоприятные месяцы сезонов года для лечения кардиологических пациентов, у которых артериальная гипертензия встречается в качестве основного или сопутствующего заболевания.

Наибольшей вариабельностью в течение года обладало повышение АД, выявляемое по данным контрольных обследований пациента, и, вероятно, связанные с ним, головная боль, слабость, снижение активности, сонливость, при этом пики их частот приходятся на март, октябрь, ноябрь, декабрь, т. е. на переходные сезоны (см. рис. 4). В то же время частоты других метеопатических реакций: страх и тревога, одышка, распределены одинаково в течение года.



**Рис. 3.** Структура заболеваемости в соответствии с классификацией МКБ-10 у пациентов СКК «Вулан», %

**Fig. 3.** The structure of morbidity in accordance with the classification of ICD-10 in patients of CCM "Vulan", %

**Примечание:** Классы болезней по МКБ-10: III — болезни крови, IV — болезни эндокринной системы, VI — болезни нервной системы, XI — болезни органов кровообращения; X — болезни органов дыхания, XI — болезни органов пищеварения, XII — болезни кожи и подкожной клетчатки, XIII — болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани, XIV — болезни мочеполовой системы.

**Note:** Classes of diseases according to ICD-10: III — blood diseases; IV — diseases of the endocrine system; VI — diseases of the nervous system; XI — diseases of the circulatory system; X — diseases of the respiratory system; XI — diseases of the digestive system; XII — diseases of the skin and subcutaneous tissue; XIII — diseases of the musculoskeletal system and connective tissue; XIV — diseases of the genitourinary system.

Если рассмотреть подробнее (см. рис. 5) сезонные пики одного из наиболее тесно связанного с метеолабильностью патологического состояния — повышения АД в соответствии с дневниками самоконтроля пациентов, то можно проследить, что его наибольшие частоты регистрируются в марте (16,1 %), октябре (21,0 %), ноябре (17,7 %), декабре (14,3 %). В то время как наименьшая частота отклонений при замерах АД зафиксирована в мае (10,7 %), июне (11,1 %) и августе (11,4 %), что может быть связано с относительной стабильностью погодных условий и редкими перепадами атмосферного давления в эти месяцы.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Актуальность выполненного исследования обусловлена также тем, что, согласно данным мировых исследований, в последнее время прослеживается отчетливый тренд по изменению климата планеты, предположительно связанный с космическими и/или техногенными процессами, скорость которого в последние 20 лет увеличилась втрое [8, 9].

Крупные международные и российские исследования, охватывающие ряд популяций в разных климатических зонах, показали связь между погодными условиями и заболеваемостью и смертностью от болезней системы кровообращения (прежде всего артериальной гипертензии, инфаркта миокарда и других форм ишемической болезни сердца) [10, 11]. Однако точные механизмы действия погодных факторов на организм пациента с сердечно-сосудистыми заболеваниями до конца не известны [12, 13]. Согласно данным отдельных исследований, было установлено, что они затрагивают изменения реологических показателей крови (например, склонность к тромбообразованию), обуславливают лабильность АД и вариабельность сердечного ритма, через влияние на соответствующие структуры головного мозга, а также процессы перекисного окисления липидов в организме человека (например, при повышенном содержании озона во вдыхаемом воздухе) [14, 15]. Кроме того, неблагоприятные погодные условия могут создавать трудности для осуществления мер, необходимых для изменения образа жизни (например, снижение уровня физической активности ведет к гиподинамии), тем самым способствуя ослаблению контроля над течением заболевания [16, 17].

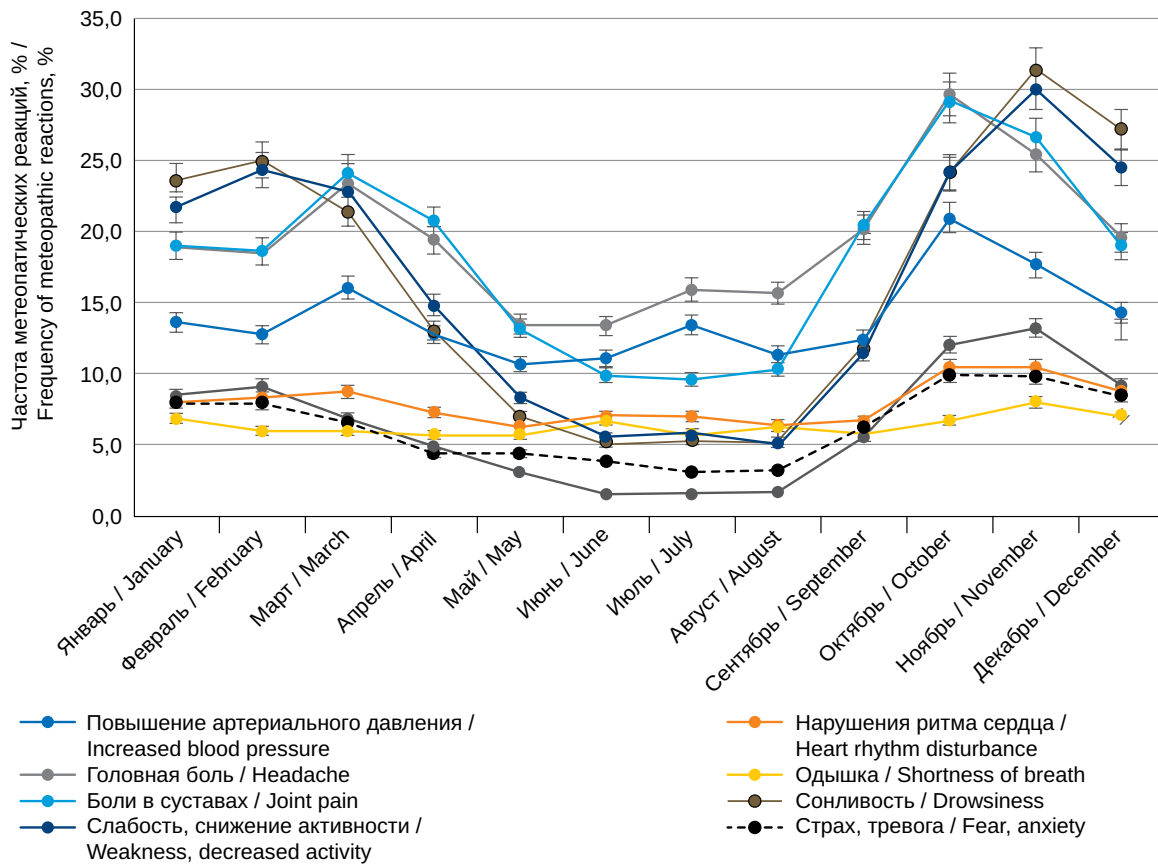
Отечественной школой врачей-климатологов в 60–80-х годах прошлого века были разработаны основные методики климатотерапии и климатопрофилактики, активно применяющиеся и в настоящее время, построенные на принципах возмещения недостаточности природного фактора, облегчения от избыточности их действия или стимуляции ими жизненных функций, а также определены сезоны года, в которые эти факторы воздействуют наиболее эффективно в каждой из отдельно взятых курортных местностей [18, 19]. Но происходящие в настоящем климатические изменения заставляют нас переосмысливать накопленный предыдущими поколениями исследователей опыт и определяют необходимость дальнейших исследований [20].

В обновленном в настоящее время перечне медицинских показаний для санаторно-курортного лечения взрослых и детей, а также противопоказаний (Приказ Министерства здравоохранения РФ от 28 сентября 2020 г. № 1029н «Об утверждении перечней медицинских показаний и противопоказаний для санаторно-курортного лечения») уточнено, при каких заболеваниях требуется данный вид лечения, какие виды курортов необходимы. Указано, что «для жителей районов Крайнего Севера и местностей, приравненных к районам Крайнего Севера, климатическая зона для санаторно-курортного лечения определяется с учетом контрастности климатогеографических условий в целях исключения негативного влияния на общее состояние здоровья пациента». Однако в этом документе не учитывается метеочувствительность пациентов, особенно с болезнями системы кровообращения, которые имеют выраженную реактивность на изменения погодных условий.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

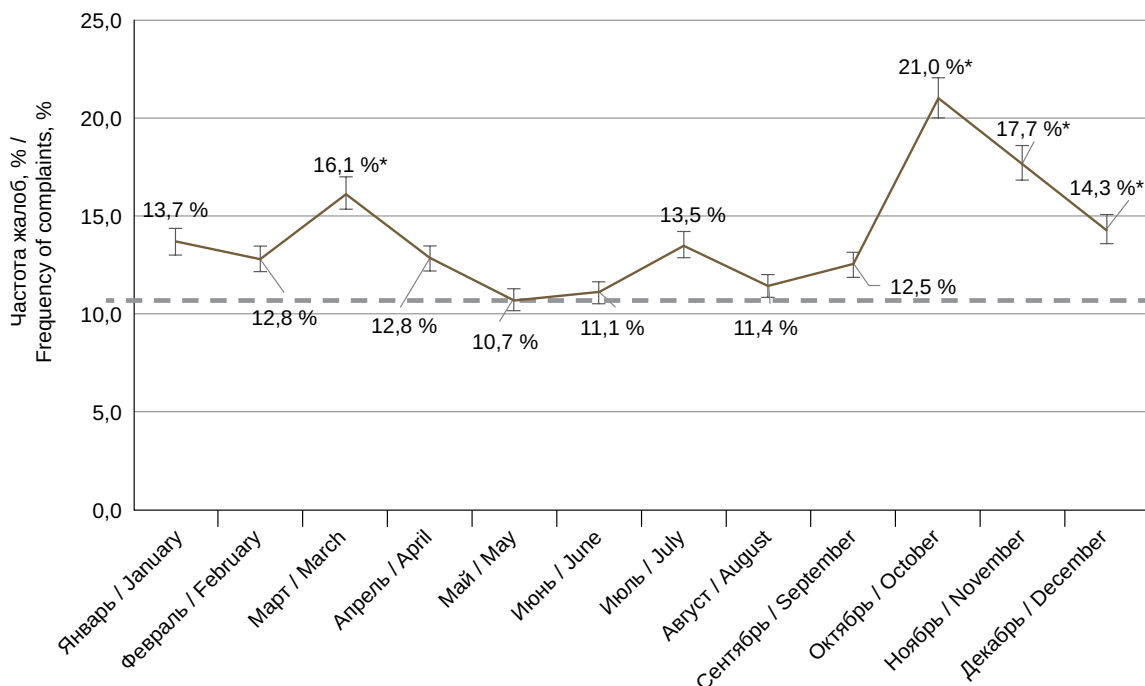
На изменения погодно-климатических условий у пациентов, находящихся на санаторно-курортном лечении в СКК «Вулан» на Черноморском побережье Северного Кавказа, достаточно часто наблюдаются метеопатиче-





**Рис. 4.** Частота метеопатических реакций в течение года у пациентов санаторно-курортного комплекса по результатам опроса, %

**Fig. 4.** The frequency of meteoropathic reactions during the year in patients of the sanatorium-resort complex according to the survey results, %



**Рис. 5.** Частота жалоб пациентов СКК «Вулан» на повышенное артериальное давление в различные месяцы года по данным опроса, %

**Fig. 5.** According to the survey, the frequency of complaints of patients of CCM "Vulan" for high blood pressure in different months of the year, %

**Примечание:** \* —  $p < 0,05$ , оценка различий проведена по критерию  $\chi^2$ .

**Note:** \* —  $p < 0.05$ , the differences were evaluated according to the criterion  $\chi^2$ .

ские реакции: головная боль, повышение артериального давления, боли в области суставов, слабость, снижение активности, сонливость. Наибольшая частота зарегистрированного пациентами повышения артериального давления выше целевых значений в качестве метеопатической реакции отмечается в марте, октябре, ноябре и декабре, наименьшая зафиксирована в мае, июне и августе.

В связи с тем, что болезни системы кровообращения, в том числе артериальная гипертензия, занимают значительное место в общей структуре заболеваемости среди пациентов с повышенной метеочувствительностью, целесообразно направлять пациентов

кардиологического профиля на санаторно-курортное лечение в соответствии с выявленными благоприятными сезонами. Учитывая полученные данные, для исключения негативного влияния неблагоприятных погодных-климатических условий на общее состояние здоровья пациентов с повышенной метеочувствительностью (обострение заболевания, усиление тяжести заболевания) и эффективного санаторно-курортного лечения рекомендуется рассмотреть вопрос о расширении сезонности лечения кардиологических пациентов в санаторно-курортных организациях с изученными в данном исследовании климатическими характеристиками.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

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

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3759-5779>

**Абрамова Берта Юрьевна**, научный сотрудник отдела физиотерапии и рефлексотерапии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1493-7633>

**Гришечкина Ирина Александровна**, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела изучения механизмов действия физических факторов ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

E-mail: [grishechkinaia@nmicrk.ru](mailto:grishechkinaia@nmicrk.ru);

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4384-2860>

**Вальцева Елена Алексеевна**, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела изучения механизмов действия физических факторов ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5468-5381>

**Яковлев Максим Юрьевич**, доктор медицинских наук, заместитель директора по стратегическому развитию медицинской деятельности ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5260-8304>

**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: Князева Т.А. — научное обоснование; Яковлев М.Ю., Князева Т.А. — методология; Вальцева Е.А. — программное обеспечение, верификация данных и визуализация; Гришечкина И.А., Князева Т.А. — анализ данных, написание черновика рукописи; Абрамова Б.Ю. — проведение исследования; Гришечкина И.А. — курирование проекта, курация данных; Яковлев М.Ю. — обеспечение материалов для исследования, проверка и редактирование рукописи, руководство проектом и финансирование проекта.

**Источники финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

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

**Благодарность.** Коллектив авторов выражает благодарность врачам и пациентам санаторно-курортного комплекса «Вулан» за помощь в организации исследования и участие в нем.

**Этическое утверждение.** Протокол исследования одобрен Локальным этическим комитетом Национального медицинского исследовательского центра реабилитации и курортологии (протокол № 4 от 15.04.2021).

**Информированное согласие на публикацию.** Не применимо.

**Доступ к данным.** Наборы данных, созданные и проанализированные в ходе текущего исследования, не являются общедоступными из-за содержания информации, по которой можно идентифицировать пациента, но доступны у соответствующего автора по письменному запросу.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Tatyana A. Knyazeva**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Chief Researcher, Department of Somatic Rehabilitation, Reproductive Health and Active Longevity, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3384-5205>

**Berta Y. Abramova**, Researcher the department of Physiotherapy and Reflexology, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1493-7633>

**Irina A. Grishechkina**, Ph. D. (Med.), Senior Researcher the department for Studying the Mechanisms of Action of Physical Factors,

National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

E-mail: [grishechkinaia@nmicrk.ru](mailto:grishechkinaia@nmicrk.ru);

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-4384-2860>

**Elena A. Valtseva**, Ph. D. (Biol.), Leading Researcher the Department for Studying the Mechanisms of Action of Physical Factors, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5468-5381>

**Maxim Yu. Yakovlev**, Dr. Sci. (Med.), Deputy Director for Strategic Development of Medical Activities, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5260-8304>

**Autors Contributions.** All authors confirm their authorship according to the international ICMJE criteria (all authors contributed significantly to the article, read and approved the final version before publication). Special Contributions: Knyazeva T.A. — conceptualization; Yakovlev M. Yu., Knyazeva T.A. — methodology; Valtseva E.A. — software, validation, and visualization; Grischechkina I.A., Knyazeva T.A. — formal analysis, writing — Original Draft; Abramova B.Yu. — investigation; Grischechkina I.A. — supervision, data curation; Yakovlev M.Yu. — resources, writing — Review & Editing, project administration, funding acquisition. **Funding.** This study was not supported by any external sources of funding. **Disclosure.** The authors declare that they have no competing interests.

**Acknowledgements.** The authors would like to express their gratitude to the doctors and patients of the sanatorium-resort complex "Vulan" for their help in organizing the study and their participation in it.

**Ethics Approval.** The present study protocol was approved by the local Ethics Committee of the Nation Medical Research Center for rehabilitation and balneology (Protocol # 4, 15 Apr 2021). **Consent for publication.** Not applicable.

**Data Access Statement.** The datasets generated during and analysed during the current study are not publicly available due the content of information by which it is possible to identify the patient but are available from the corresponding author on reasonable request.

## Список литературы / References

1. Шлякто Е.В. Кардиология: национальное руководство. 2021; 800 с. [Shlyakto E.V. Kardiologiya: nacional'noe rukovodstvo. 2021; 800 p. (In Russ..)]
2. Здравоохранение в России. 2021. Доступно на: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Zdravooohran-2021.pdf> (дата обращения: 11.05.2023). [Healthcare in Russia. 2021. Available at: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Zdravooohran-2021.pdf> (11.05.2023) (In Russ..)]
3. Кардиоваскулярная профилактика 2017. Российские национальные рекомендации. Российский кардиологический журнал. 2018; 23 (6): 7–122. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2018-6-7-122> [Cardiovascular prevention 2017. National guidelines. Russian journal of cardiology. 2018; 23(6): 7–122. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2018-6-7-122> (In Russ..)]
4. Аметов А.С., Араблинский А.В., Гоголева С.П. и др. Ожирение. Современный взгляд на патогенез и терапию: Учебное пособие. 2021; 384 с. [Ametov A.S., Arablinskiy A.V., Gogoleva S.P., et al. Ozhirenie. Sovremennyy vzglyad na patogenez i terapiyu: Uchebnoe posobie. 2021, 384 p. (In Russ..)]
5. Баланова Ю.А., Имаева А.Э., Куценко В.А. и др. Метаболический синдром и его ассоциации с социально-демографическими и поведенческими факторами риска в российской популяции 25–64 лет Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2020; 19 (4): 45–57. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2020-2600> [Balanova Yu.A., Imaeva A.E., Kucenko V.A. et al. Metabolic syndrome and its associations with socio-demographic and behavioral risk factors in the Russian population aged 25–64 years. Cardiovascular therapy and prevention. 2020; 19 (4): 45–57. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2020-2600> (In Russ..)]
6. Викторова И.А., Гришечкина И.А., Киселева Д.С. Диагностика и лечение сахарного диабета 2 типа в амбулаторных условиях: клинические рекомендации и реальная практика: Справочник врача общей практики. 2013; 8: 14–20. [Viktorova I.A., Grischechkina I.A., Kiseleva D.S. Diagnosis and treatment of type 2 diabetes in the outpatient setting: clinical guidelines and real practice. Spravochnik vracha obshchey praktiki. 2013; (8): 14–20. (In Russ..)]
7. Барашков Г.Н., Сергеев В.Н. Физическая тренировка ходьбой и терренкурором — современные подходы и возможности на курорте. Вестник физиотерапии и курортологии. 2020; 26 (1): 47–54. [Barashkov G.N., Sergeev V.N. Physical training of walking and terrencures — modern approaches and opportunities in the resort. Vestnik fizioterapii i kurortologii. 2020; 26(1): 47–54. (In Russ..)]
8. Hess J.J., Heilpern K.L., Davis T.E., Frumkin H. Climate change and emergency medicine: impacts and opportunities. Academic emergency medicine. 2009; 16 (8): 782–794. <https://doi.org/10.1111/j.1553-2712.2009.00469.x>
9. Zhao Q., Guo Y., Ye T. et al. Global, regional, and national burden of mortality associated with non-optimal ambient temperatures from 2000 to 2019: a three-stage modelling study. The Lancet. Planetary health. 2021; 5 (7): 415–425. [https://doi.org/10.1016/s2542-5196\(21\)00081-4](https://doi.org/10.1016/s2542-5196(21)00081-4)
10. Xu Z., FitzGerald G., Guo Y. et al. Impact of heatwave on mortality under different heatwave definitions: a systematic review and meta-analysis. Environment international. 2016; 89–90: 193–203. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.02.007>
11. Barnett A.G., Dobson A.J., McElduff P. et al. WHO MONICA Project. Cold periods and coronary events: an analysis of populations worldwide. Journal of epidemiology and community health. 2005; 59 (7): 551–557. <https://doi.org/10.1136/jech.2004.028514>
12. Баланова Ю.А., Куценко В.А., Шальнова С.А. и др. Взаимосвязь избыточного потребления соли, выявляемого по опросу, с уровнем натрия в моче и артериальным давлением (результаты исследования ЭССЕ). Российский кардиологический журнал. 2020; 25 (6): 47–54. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2020-3791> [Balanova Yu. A., Kutsenko V.A., Shalnova S.A. et al. Correlation of excess salt intake identified by the survey with urine sodium level and blood pressure: Data of ESSE-RF study. Russian Journal of Cardiology. 2020; 25(6): 3791. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2020-3791> (In Russ..)]
13. Van den Born V.H., Lip G.Y.H., Brguljan-Hitij J. et al. ESC Council on hypertension position document on the management of hypertensive emergencies. European heart journal. Cardiovascular pharmacotherapy. 2019; 5(1): 37–46. <https://doi.org/10.1093/ehjcvp/pvy032>
14. Krivonogova E.V., Krivonogova O.V., Poskotinova L.V. Individual-typological features of the reactivity of EEG rhythms. Cardiovascular system and Lactoferrin level in the conditions of general air-cooling of a person. Human physiology. 2021; 47: 533–541. <https://doi.org/10.1134/S036211972104006X>
15. Зенченко Т.А., Кривоногова Е.В., Поскотникова Л.В. и др. Синхронизация колебаний реологических показателей крови с геомагнитными пульсациями РС5. АЛ. Чижевский. Вклад в науку и культуру: Материалы I Международной научно-практической конференции, посвященной сохранению творческого наследия идей АЛ. Чижевского. 2017; С. 91–93. [Zhenchenko T.A., Krivonogova E.V., Poskotinova L.V. et al. Synchronization of fluctuations in blood rheological indices with geomagnetic pulsations RS5. A.L. Chizhevskiy. Contribution to Science and Culture: Proceedings of the I International Scientific and Practical Conference devoted to the preservation of the creative heritage of A.L. Chizhevsky's ideas. 2017. 2017, 91–93. (In Russ..)]
16. Dasgupta K., Chan C., Da Costa D. et al. Walking behaviour and glycemic control in type 2 diabetes: seasonal and gender Differences-Study design and methods. Cardiovascular diabetology. 2007; 1: 6. <https://doi.org/10.1186/1475-2840-6-1>
17. Calkins M.M., Isaksen T.B., Stubbs B.A. et al. Impacts of extreme heat on emergency medical service calls in King County, Washington, 2007–2012: relative risk and time series analyses of basic and advanced life support. Environmental health: a global access science source. 2016; 15: 13. <https://doi.org/10.1186/s12940-016-0109-0>
18. Воронин Н.М. Основы биологической и медицинской климатологии. Медицина. 1981, 352. [Voronin N.M. Osnovy biologicheskoy i medicinskoj klimatologii. Medicine. 1981; 352. (In Russ..)]

19. Методические указания Министерства здравоохранения Российской Федерации № 99/227. Медицинские показания и противопоказания для санаторно-курортного лечения взрослых и подростков (кроме больных туберкулезом). 1999; 12. [Guidelines of the Ministry of Health of the Russian Federation No. 99/227. Medical indications and contraindications for sanatorium treatment of adults and adolescents (except for patients with tuberculosis). 1999; 12. (In Russ.).]
20. Князева Т.А., Лобанов А.А., Никифорова Т.И. и др. Модель прогнозирования риска возникновения гипертонического криза у отдыхающих на курортах Черноморского побережья Краснодарского края. Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2022; 21 (2): 68–76. <https://doi.org/10.36622/VSTU.2022.21.2.021> [Knyazeva T.A., Lobanov A.A., Nikiforova T.I. et al. Model prognozirovaniya riska vozniknoveniya gipertonicheskogo kriza u otdyhayushchih na kurortah Chernomorskogo poberezh'ya Krasnodarskogo Kraya. System analysis and management in biomedical systems. 2022; 21(2): 68–76. (In Russ.).] <https://doi.org/10.36622/VSTU.2022.21.2.021>



Обзорная статья / Review

УДК: 615.825:004.9

DOI: <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-114-128>

## Организация дистанционной реабилитации в Российской Федерации: обзор литературы

Шейко Г.Е.<sup>1,\*</sup>, Белова А.Н.<sup>1</sup>, Карякин Н.Н.<sup>1</sup>, Даминов В.Д.<sup>2</sup>, Шабанова М.А.<sup>1</sup>,  
Ананьев Р.Д.<sup>1</sup>, Сушин В.О.<sup>1</sup>, Воробьева О.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Нижний Новгород, Россия

<sup>2</sup> ФГБУ «Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия

### РЕЗЮМЕ

**ВВЕДЕНИЕ.** Прерывание восстановительного процесса и отсутствие занятий пациентов в домашних условиях после выписки из лечебного учреждения приводит к потере результатов, достигнутых на различных этапах медицинской реабилитации. В связи с этим особое значение приобретает дистанционная (телемедицинская) форма оказания реабилитационной помощи.

**ЦЕЛЬ.** Представить современные данные о нормативно-правовом регулировании телемедицины в Российской Федерации, а также обзор отечественных интернет-платформ в сфере дистанционной медицинской реабилитации.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** Поиск нормативно-правовых актов проводился на «Официальном интернет-портале правовой информации» ([www.pravo.gov.ru](http://www.pravo.gov.ru)). Обзор литературы выполнен с использованием баз данных eLibrary, Cyberleninka, PubMed, Scopus, Web of Science (Core Collection) и Google Scholar 31.06.2023 по следующим ключевым словам: телемедицина, дистанционная физическая реабилитация, медицинская реабилитация, восстановление функций.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** В статье подробно изложены сведения о нормативно-правовом регулировании телемедицины в Российской Федерации, дан перечень отечественных интернет-порталов, которые используются в настоящее время при оказании дистанционной медицинской помощи.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Дистанционная форма организации реабилитации поддерживается нормативно-правовой базой и имеет широкие перспективы развития в связи появлением новых информационных технологий, позволяющих реализовывать активную коммуникацию между медицинским работником и пациентом. Тем не менее вопросы эффективности и безопасности дистанционной физической реабилитации остаются недостаточно изученными, в связи с чем необходимо проведение рандомизированных сравнительных исследований с анализом отдаленных результатов.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** телемедицина, дистанционная физическая реабилитация, медицинская реабилитация, восстановление функций.

**Для цитирования / For citation:** Шейко Г.Е., Белова А.Н., Карякин Н.Н., Даминов В.Д., Шабанова М.А., Ананьев Р.Д., Сушин В.О., Воробьева О.В. Организация дистанционной реабилитации в Российской Федерации: обзор литературы. Вестник восстановительной медицины. 2023; 22(4):114-128. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-114-128> [Sheiko G.E., Belova A.N., Karyakin N.N., Daminov V.D., Shabanova M.A., Ananyev R.D., Sushin V.O., Vorobyova O.V. Organization of Remote Rehabilitation in the Russian Federation: a Literature Review. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(4):114-128. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-114-128> (In Russ.)]

\* Для корреспонденции: Шейко Геннадий Евгеньевич, E-mail: [sheikogennadii@yandex.ru](mailto:sheikogennadii@yandex.ru)

Статья получена: 17.04.2023

Статья принята к печати: 11.07.2023

Статья опубликована: 31.08.2023

# Organization of Remote Rehabilitation in the Russian Federation: a Literature Review

 Gennadii E. Sheiko<sup>1,\*</sup>,  Anna N. Belova<sup>1</sup>,  Nikolaj N. Karyakin<sup>1</sup>,  Vadim D. Daminov<sup>2</sup>,  
 Mariya A. Shabanova<sup>1</sup>,  Roman D. Ananyev<sup>1</sup>,  Vilyam O. Sushin<sup>1</sup>,  Olga V. Vorobyova<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia

<sup>2</sup> National Medical and Surgical Center named after N.I. Pirogov, Moscow, Russia

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** The interruption of the recovery process and the absence of patients' activities at home after discharge from a medical institution leads to the loss of results achieved at various stages of medical rehabilitation. In this regard, the remote (telemedicine) form of rehabilitation assistance is of particular importance.

**AIM.** To present up-to-date data on the legal and regulatory framework for telemedicine in the Russian Federation, as well as an overview of domestic Internet platforms in the field of remote medical rehabilitation.

**MATERIALS AND METHODS.** The search for normative legal acts was carried out on the "The official Internet portal of Legal Information" ([www.pravo.gov.ru](http://www.pravo.gov.ru)). The literature review was performed using the databases eLibrary, Cyberleninka, PubMed, Scopus, Web of Science (Core Collection) and Google Scholar by July 31, 2023 for the following keywords: telemedicine, remote physical rehabilitation, medical rehabilitation, functional recovery.

**RESULTS.** The article elaborates on the legal and regulatory framework of telemedicine in the Russian Federation, provides a list of domestic Internet portals that are now being employed to provide remote medical care.

**CONCLUSION.** The remote form of arranging rehabilitation is supported by the regulatory and legal framework and has promising outlooks for development due to the advent of new information technologies that allow for active communication between a medical worker and a patient. Nevertheless, the issues of effectiveness and safety of remote physical rehabilitation remain insufficiently studied, therefore, it is necessary to conduct randomized comparative studies analyzing long-term results.

**KEYWORDS:** telemedicine, remote physical rehabilitation, rehabilitation organization, functional recovery.

**For citation:** Sheiko G.E., Belova A.N., Karyakin N.N., Daminov V.D., Shabanova M.A., Ananyev R.D., Sushin V.O., Vorobyova O.V. Organization of Remote Rehabilitation in the Russian Federation: a Literature Review. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(4):114-128. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-114-128> (In Russ.).

\***For correspondence:** Gennadii E. Sheiko, E-mail: [sheikogennadii@yandex.ru](mailto:sheikogennadii@yandex.ru)

**Received:** 17.04.2023

**Accepted:** 11.07.2023

**Published:** 31.08.2023

## ВВЕДЕНИЕ

В последнее десятилетие в системе организации медицинской реабилитации (МР) в России происходят большие изменения: появилась новая специальность «врач физической и реабилитационной медицины», выстроена четкая трехэтапная система маршрутизации пациентов реабилитационного профиля, сформирована соответствующая нормативно-правовая база [1, 2]. Однако одной из проблем является потеря результатов, достигнутых на различных этапах МР, по причине прекращения пациентами занятий в домашних условиях после выписки из лечебного учреждения [3]. Данная проблема связана со значительной нагрузкой на систему реабилитационной помощи из-за большого числа нуждающихся в МР в России (более 6 млн человек) и кадрового дефицита [1, 2]. Доступность реабилитационной помощи на дому может снижаться также из-за географических особенностей (большая протяженность и низкая плотность населения) некоторых регионов нашей страны [4].

В связи с этим особое значение приобретает дистанционная форма организации реабилитации, имеющая перспективы развития в связи появлением новых информационных технологий, которые дают возможность

реализации активной коммуникации между медицинским работником и пациентом [5]. Дистанционная медицинская реабилитация (ДМР) является одним из направлений телемедицины и представляет собой систему интерактивного реабилитационного процесса с использованием информационных и телекоммуникационных технологий, которые помогают восстанавливать здоровье, функциональное состояние и трудоспособность пациентов [1, 6]. Дистанционные методы реабилитации являются ресурсосберегающей технологией медицинской помощи, ряд из них продемонстрировал свою эффективность и способность оптимизировать работу системы здравоохранения в США, Норвегии, Канаде, Ливане, Филиппинах, Таиланде и многих других странах [7–9]. Недавнее исследование, проведенное в Министерстве по делам ветеранов США, показало, что оказание помощи с применением телемедицины экономит пациенту в среднем 145 миль (233 км) и 142 минуты в расчете на одно посещение [10]. Еще одно исследование, посвященное внедрению информационно-коммуникационных технологий в нейрореабилитацию, продемонстрировало, что пациенты при замене одного очного занятия физическими упражнениями на телемедицинское эконо-

мят в среднем 2 часа времени, затрачиваемые на поездку в клинику, и 70 долларов США [11]. Оценка экономической эффективности телемедицины при оказании дистанционной реабилитационной помощи с участием 921 пациента ортопедического профиля, проживающих в отдаленных районах, показала суммарную экономию средств, потраченных на реабилитацию, в размере 5 538 120 долларов США в течение 5,5 года [12]. Несмотря на вышесказанное, как в развитых, так и в развивающихся странах в настоящее время сохраняются препятствия на пути внедрения телемедицины, что неоправданно замедляет ее распространение. В Российской Федерации дистанционная реабилитация в настоящее время существует лишь в отдельных реабилитационных учреждениях; отсутствуют единые подходы к ее организации [13, 14].

**ЦЕЛЬ**

Представить современные данные о нормативно-правовом регулировании телемедицины в Российской Федерации, а также обзор отечественных интернет-платформ, которые используются в настоящее время при оказании дистанционной медицинской помощи.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Поиск нормативно-правовых актов проводился на «Официальном интернет-портале правовой информации» (www.pravo.gov.ru). Обзор литературы выполнен с использованием баз данных eLibrary, Cyberleninka, PubMed, Scopus, Web of Science и Google Scholar 31.06.2023 по следующим ключевым словам: телемедицина, дистанционная физическая реабилитация, медицинская реабилитация, восстановление функций.

**РЕЗУЛЬТАТЫ**

**Нормативная база телемедицины и дистанционной медицинской реабилитации**

ДМР относится к телемедицине и, как и телемедицина в целом, должна соответствовать множеству правовых и этических требований, особенно в сфере

защиты частной жизни и конфиденциальности данных пациента [7].

Первым ключевым нормативно-правовым актом, регулирующим вопросы оказания дистанционной медицинской помощи, стал Федеральный закон № 323-ФЗ от 21.11.2011 «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации», в который было введено новое понятие «телемедицинские технологии», направленные на обеспечение дистанционного взаимодействия медицинских работников между собой, с пациентами и (или) их законными представителями при проведении консилиумов, консультаций, дистанционного медицинского наблюдения за состоянием здоровья пациента [15].

В соответствии с Приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации № 1705н от 29.12.2012, в действующей трехэтапной модели МР на третьем этапе дается указание на услуги по МР с использованием телемедицинских технологий. Также в 2017 г. приняты нормативные акты, напрямую регулирующие вопросы, связанные с дистанционной медицинской и информационными технологиями (Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации № 965н от 30.11.2017 «Об утверждении Порядка организации и оказания медицинской помощи с применением телемедицинских технологий»; Федеральный закон № 242-ФЗ от 29.07.2017 «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения информационных технологий в сфере охраны здоровья») [16, 17]. Кроме того, в перечень главных внештатных специалистов Министерства здравоохранения введен новый специалист — «главный внештатный специалист по внедрению современных информационных систем в здравоохранении», что еще раз подчеркивает актуальность развития телемедицинских технологий [18].

В табл. 1 представлен перечень нормативно-правовых актов, регулирующих вопросы дистанционной медицины в Российской Федерации.

**Таблица 1.** Нормативные документы, регулирующие вопросы дистанционной медицины  
**Table 1.** Regulatory documents regulating the issues of telemedicine

№	Документ / Document
1	Федеральный закон № 323-ФЗ от 21.11.2011 «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» / 1 Federal Law No. 323-FZ 21.11.2011 "On the basics of public health protection in the Russian Federation"
2	Федеральный закон № 326-ФЗ от 29.11.2010 «Об обязательном медицинском страховании в Российской Федерации» / Federal Law No. 326-FZ 29.11.2010 "On Compulsory Medical Insurance in the Russian Federation"
3	Федеральный закон № 242-ФЗ от 29.07.2017 «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения информационных технологий в сфере охраны здоровья» / Federal Law No. 242-FZ 29.07.2017 "On Amendments to Certain Legislative acts of the Russian Federation on the use of information technologies in the field of health protection"
4	Федеральный закон № 149-ФЗ от 27.07.2006 «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» / Federal Law No. 149-FZ 27.07.2006 "On Information, Information Technologies and Information Protection"
5	Федеральный закон № 152-ФЗ от 27.07.2006 «О персональных данных» / Federal Law No. 152-FZ 27.07.2006 "On Personal data"

6	Федеральный закон № 5485-1 от 21.07.1993 «О государственной тайне» / Federal Law No. 5485-1 21.07.1993 "On State secrets"
7	Федеральный закон № 210 от 27.07.2010 «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг» / Federal Law No. 210 27.07.2010 "On the organization of the provision of state and municipal services"
8	Федеральный закон № 392-ФЗ от 05.12.2017 «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам совершенствования проведения независимой оценки качества условий оказания услуг организациями в сфере культуры, охраны здоровья, образования, социального обслуживания и федеральными учреждениями медико-социальной экспертизы» / Federal Law No. 392-FZ of 05.12.2017 "On Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation on improving the independent assessment of the quality of conditions for the provision of services by organizations in the field of culture, health, education, social services and federal institutions of medical and social expertise"
9	Приказ Федерального фонда обязательного медицинского страхования № 36 от 28.02.2019 «Об утверждении Порядка организации и проведения контроля объемов, сроков, качества и условий предоставления медицинской помощи по обязательному медицинскому страхованию» / Order of the Federal Compulsory Medical Insurance Fund No. 36 dated 28.02.2019 "On approval of the Procedure for organizing and monitoring the volume, timing, quality and conditions of providing medical care for compulsory medical insurance"
10	Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации № 444 от 25.10.2012 «О главных внештатных специалистах Министерства здравоохранения Российской Федерации» / Order of the Ministry of Health of the Russian Federation No. 444 of 10/25/2012 "About the main freelance specialists of the Ministry of Health of the Russian Federation"
11	Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации № 1705н от 29.12.2012. «Об утверждении Порядка организации медицинской реабилитации взрослых» / Order of the Ministry of Health of the Russian Federation No. 1705n dated 29.12.2012 "On approval of the Procedure for the organization of medical rehabilitation of adults"
12	Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации № 965н от 30.11.2017 «Об утверждении порядка организации и оказания медицинской помощи с применением телемедицинских технологий» / Order of the Ministry of Health of the Russian Federation No. 965n dated 30.11.2017 "On approval of the procedure for the organization and provision of medical care using telemedicine technologies"
13	Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации № 956н от 30.12.2014 «Об информации, необходимой для проведения независимой оценки качества оказания услуг медицинскими организациями, и требованиях к содержанию и форме предоставления информации о деятельности медицинских организаций, размещаемой на официальных сайтах Министерства здравоохранения Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и медицинских организаций в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"» / Order of the Ministry of Health of the Russian Federation No. 956n dated December 30, 2014 "On information necessary for an independent assessment of the quality of services provided by medical organizations, and requirements for the content and form of providing information on the activities of medical organizations posted on the official websites of the Ministry of Health of the Russian Federation, state Authorities of the Subjects of the Russian Federation, local governments and medical organizations in the information and telecommunication network "Internet"
14	Приказ Федеральной службы по техническому и экспортному контролю, Федеральной службы безопасности Российской Федерации и Министерства информационных технологий и связи Российской Федерации № 55/86/20 от 13.02.2008 «Об утверждении Порядка проведения классификации информационных систем персональных данных» / Order of the Federal Service for Technical and Export Control, the Federal Security Service of the Russian Federation and the Ministry of Information Technology and Communications of the Russian Federation No. 55/86/20 dated 13.02.2008 "On Approval of the Procedure for classification of personal data information systems"
15	Указ Президента РФ № 601 от 07.05.2012 «Об основных направлениях совершенствования системы государственного управления» / Decree of the President of the Russian Federation No. 601 dated 07.05.2012 "On the main directions of improving the public administration system"
16	Постановление Правительства Российской Федерации № 861 от 24.10.2011 «О федеральных государственных информационных системах, обеспечивающих предоставление в электронной форме государственных и муниципальных услуг (осуществление функций)» / Resolution of the Government of the Russian Federation No. 861 of 24.10.2011 "On Federal State Information Systems providing electronic provision of State and municipal services (functions)"



В последние годы в Российской Федерации, как и во всем мире, при предоставлении ДМП стали использоваться такие новые информационно-коммуникационные технологии, как машинное обучение и искусственный интеллект, виртуальная/дополненная реальность, обратная биологическая связь по видеозахвату движений и сенсорным датчикам, интерфейсы «мозг–компьютер» [3, 5, 6]. Разработка высокотехнологичных медицинских услуг в сфере МР больных с наиболее важными в социальном плане заболеваниями является одной из приоритетных задач медицины и важной составляющей Федерального закона № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации», а также государственной программы развития здравоохранения Российской Федерации, утвержденной Постановлением Правительства Российской Федерации № 1640 от 26.12.2017 [15, 19].

Развитие цифровых технологий позволило разрабатывать абсолютно новые подходы к восстановлению утраченных функций и создавать новые комплексные инструменты реабилитации пациентов на всех этапах МР. Стремительному развитию высокотехнологичной реабилитации способствовали не только внедрение отечественных продуктов, сервисов и платформенных решений, созданных на базе «сквозных» цифровых технологий в рамках реализации национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации», но и новые вызовы, наиболее ярким из которых была пандемия COVID-19, когда остро возник дефицит кадров в медицинских учреждениях и, ввиду ограниченных мероприятий, большое количество пациентов с социально важными заболеваниями остались дома без полноценной реабилитационной помощи [20, 21].

### **Российские телемедицинские платформы для дистанционной медицинской реабилитации**

В настоящее время в Российской Федерации активно изучаются и внедряются различные практики ДМП для пациентов с заболеваниями сердечно-сосудистой [22], нервной системы [3, 5, 6], опорно-двигательного аппарата [14], для лиц с онкологическими заболеваниями [23], перенесших COVID-19 [21] или трансплантацию органов [24].

Одной из таких информационных систем дистанционной реабилитации является многопрофильная платформа «Steps Reabil», созданная компанией ООО Центр цифровых технологий «Степс Реабил» в 2018 г. Данная платформа предназначена для составления персонального комплекса реабилитационных мероприятий пациентам с заболеваниями нервной системы, опорно-двигательного аппарата, последствиями перенесенной новой коронавирусной инфекции COVID-19. Платформа состоит из 2 частей: видеотеки с более чем 3000 видеофайлов с упражнениями для коррекции нарушенных функций и самого программного обеспечения «Программа развития физической активности и улучшения функционального состояния Степс Реабил» (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2018662562, дата государственной регистрации 11.10.2018). Программное обеспечение включает интерфейс как для специалистов,

так и пациентов. Интерфейс специалиста позволяет создавать библиотеки видеофайлов с возможностью поиска нужного упражнения для включения в программу, заводить карточки новых пациентов, формировать программы с набором упражнений для конкретного пациента, передавать пациенту ссылки для работы с комплексом, в тестовом режиме проигрывать программы пациента, получать истории взаимодействия пациента с конкретной программой. Интерфейс пациента обеспечивает выполнение составленной для него врачом программы. Использование программного комплекса не требует установки у больного человека специальных программ, так как работает через браузер [5, 14].

Еще одной практикой ДМП пациентов с заболеваниями нервной системы является использование портала «Нейродом», разработанный совместно СибГУ им. М.Ф. Решетнева и КрасГМУ им. В.Ф. Войно-Ясенецкого (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2019662949, дата государственной регистрации 30.07.2019) [25]. Процесс реабилитации, реализуемый в информационной системе «Нейродом», базируется на авторских медицинских методиках, разработанных на кафедре нервных болезней с курсом МР последипломного образования КрасГМУ им. В.Ф. Войно-Ясенецкого. На портале размещено более чем 200 видеороликов с различными физическими упражнениями. Алгоритм реабилитационного процесса с использованием дистанционной составляющей включает первичный очный осмотр пациента врачом-реабилитологом, регистрацию пациента на портале с его последующей авторизацией, формирование программы курса реабилитации, непосредственное выполнение пациентом с использованием портала курса реабилитации под дистанционным контролем медицинского работника, оценку врачом состояния пациента на очном визите в динамике [25].

В Федеральном научно-клиническом центре реаниматологии и реабилитологии (г. Москва) создан и активно функционирует портал дистанционной нейрореабилитации ФНКЦ РР (<https://dom.fnkccr.ru>), который предусматривает предоставление информации пациентам с заболеваниями нервной системы относительно восстановления двигательных функций, координации, речи, оказания нутритивной и психологической поддержки, а также особенностей использования технических средств реабилитации [6]. Основными компонентами портала являются личные кабинеты пациента и специалиста, блок дистанционной нейрореабилитации, блок телемедицины и видеоконсультации, блок домашней реабилитационной среды, школы родственников, а также справочная и контактная информация [6].

В 2022 г. была зарегистрирована телемедицинская платформа для дистанционного мониторинга онкологических больных в процессе длительного лечения «ОНКОНЕТ» (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2020616373, дата государственной регистрации 02.06.2020). Программа была протестирована в период с 2018 по 2020 г. в 22 медицинских организациях в 10 регионах России [26]. Основой системы «ОНКОНЕТ» являются специали-

зированные опросники, разработанные врачами-онкологами для дистанционной оценки состояния пациента. Также в «ОНКОНЕТ» интегрирована «Библиотека пациента», содержащая 1250 страниц пациенто-ориентированного информационного контента и телеподдерживающих пациентских школ от ведущих экспертов по особенностям и видам лечения, правилам жизни и питания, реабилитации и уходу [23].

В 2020 г. был представлен сервис дистанционной реабилитации пациентов, перенесших COVID-19 в средней или тяжелой форме с постоянным мониторингом эффективности реабилитации — COVID REHAB. Функциональные возможности программы включают дистанционную регистрацию пациентов с последующей оценкой врачом на основе анкетирования и присланных документов с распределением в реабилитационные группы; планирование расписаний занятий и формирование групп; проведение онлайн-занятий с инструктором (групповых и индивидуальных) с использованием различных реабилитационных методик; ежедневное анкетирование пациентов и оценка эффективности реабилитации с генерацией экстренных уведомлений врачу; напоминание пациенту о занятиях и о заполнении анкет; индивидуальный чат переписки пациента с врачом; предоставление дополнительных видеокурсов для самостоятельных занятий по графику, установленному врачом; информационную поддержку пациента [27].

В табл. 2 представлен перечень тех российских проектов, посвященных дистанционной медицине, информация о которых наиболее широко представлена в современных публикациях.

### **Разработка портала дистанционной физической реабилитации**

На базе Института травматологии и ортопедии университетской клиники ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России с февраля 2023 г. в рамках Программы развития ПИМУ «Приоритет-2030» выполняется проект «Разработка модели оказания дистанционной реабилитационной помощи лицам с двигательными нарушениями в рамках третьего этапа МР с использованием платформы цифровой реабилитации», целью которого является создание модели дистанционной физической реабилитации лиц с двигательными нарушениями вследствие эндопротезирования тазобедренного или коленного сустава с применением интернет-платформы, готовой к практическому применению в реабилитационных учреждениях Российской Федерации.

При планировании работы было принято решение использовать уже существующий портал дистанцион-

ной реабилитации «Степс Реабил» (ООО «Центр цифровых технологий»), создав для него отдельный блок, касающийся дистанционной физической реабилитации пациентов, перенесших эндопротезирование тазобедренного или коленного сустава. Интернет-платформа «Степс Реабил» объединяет в себе лучшие практики других подобных интернет-ресурсов и уже активно используется в ведущих медицинских учреждениях Российской Федерации, таких как НМХЦ им. Н.И. Пирогова, ФГАУ «НМИЦ ЛРЦ» Минздрава России, ФГБУ «ФЦМН» ФМБА России и др. Данная интерактивная платформа содержит более 150 тысяч комбинаций упражнений для двигательной, речевой и психологической реабилитации, при этом видеотека упражнений и программное обеспечение размещены в «облачном» хранилище [5, 14, 29]. В рамках договора между ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России и ООО Центр цифровых технологий «СТЕПС РЕАБИЛ» на базе платформы «Степс Реабил» создан блок/модуль «Ортопедия» (<https://pimunn.stepsreabil.com/>), в котором размещены 522 видеоролика с демонстрацией физических упражнений, использующихся на разных этапах МР пациентов после эндопротезирования тазобедренного или коленного сустава, а также набор оценочных средств для контроля эффективности МР [38–40]. Планируется проведение апробации платформы в рамках собственного протокола проспективного рандомизированного сравнительного исследования.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Дистанционная форма организации реабилитации поддерживается нормативно-правовой базой и имеет широкие перспективы развития в связи появлением новых информационных технологий, позволяющих реализовывать активную коммуникацию между медицинским работником и пациентом. Тем не менее вопросы эффективности и безопасности дистанционной физической реабилитации остаются недостаточно изученными, в связи с чем необходимо проведение рандомизированных сравнительных исследований с анализом отдаленных результатов. Выявление положительного влияния дистанционной физической реабилитации на восстановление пациентов с различными заболеваниями, в том числе опорно-двигательного аппарата, может способствовать популяризации этой формы реабилитации. Для большей эффективности стратегий интеграции телемедицины в существующие системы здравоохранения необходимо сотрудничество, создание и продвижение лучших практик, продуманные проверочные испытания и учет социальных факторов, влияющих на принятие новых методов пользователем.

**Таблица 2.** Компании/организации с опытом создания сайтов и программ в области дистанционной медицины  
**Table 2.** Companies/organizations with experience in creating websites and programs in the field of remote patient care

Компания (организация) / Company (organization)	Проект / Project	Сайт проекта / Project website	Данные патентной документации / Patent documentation data	Описание проекта / Project description
ООО «АИМЕД», ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России / AIMED LLC, FSBEI HE PRMU MOH Russia	Программный комплекс «PRORODINK» / Software package "PRORODINK" [28]	<a href="https://www.prorodinki.ru/">https://www.prorodinki.ru/</a>	Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2020664964, дата государственной регистрации 10.11.2020 / certificate of state registration of a computer pro- gram № RU 2020664964, the date of state registration is November 10, 2020	Программа предназначена для оказания помощи пользователям в выборе медицинского специалиста на основе анализа с помощью нейросетевых технологий изображений родинков, сделанных мобильным телефоном, и дополненных метаданных. Область применения программы: самостоятельное применение широким кругом потребителей / The program is designed to assist users in choosing a medical specialist based on the analysis of images of moles made by a mobile phone and augmented metadata using neural network technologies. Scope of application of the program: independent application by a wide range of consumers
ООО Центр цифровых технологий «Steps Реабил» / Center of digital technologies «Steps Reabil» LLC	Программа развития физической активности и улучшения функционального состояния Steps Реабил / The program for the development of physi- cal activity and improvement of the functional state of Steps Reabil [29]	<a href="https://stepsreabil.com/">https://stepsreabil.com/</a>	Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2018662562, дата государственной регистрации 11.10.2018 / certificate of state registration of a computer program № RU 2018662562, the date of state registration is October 11, 2018	Программа предназначена для развития физической активности и улучшения функционального состояния у пациентов / The program is designed to develop physical activity and improve the functional state of patients
ФГБОУ ВО «СибГУ им. М.Ф. Решетнева» Минздрава России, ФГБОУ ВО «КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России / Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, FSBEI HE Prof. V.F. Voino-Yasenetsky KrasSMU MOH Russia	НейроДом / NeuroDome [30]	<a href="https://neurodom.krasgmu.ru/">https://neurodom.krasgmu.ru/</a>	Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2019662949, дата государственной регистрации 30.07.2019 / certificate of state registration of a computer pro- gram № RU 2019662949, the date of state registration is July 30, 2019	Портал дистанционной нейрореабилитации для пациентов с неврологическими заболеваниями (черепно-мозговая травма, инсульт, рассеянный склероз и др.) / Portal of remote neurorehabilitation for patients with neurological diseases (traumatic brain injury, stroke, multiple sclerosis and others)

Компания (организация) / Company (organization)	Проект / Project	Сайт проекта / Project website	Данные патентной документации / Patent documentation data	Описание проекта / Project description
<p><b>ФГБНУ «Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии» / Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitology</b></p>	<p>Портал дистанционной нейрореабилитации ФНКЦ РР / Portal of remote neurorehabilitation of the Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitology [6]</p>	<p><a href="https://dom.fnkcr.ru">https://dom.fnkcr.ru</a></p>	<p>—</p>	<p>Портал дистанционной нейрореабилитации / Portal of remote neurorehabilitation</p>
<p><b>ООО «ТелеПат» / TelePat LLC</b></p>	<p>ОНКОНЕТ. Телемедицинская платформа для дистанционного мониторинга онкологических больных в процессе длительного лечения / ONCONET. Telemedicine platform for remote monitoring of cancer patients during long-term treatment [26]</p>	<p><a href="https://onconet.online/">https://onconet.online/</a></p>	<p>Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2020616373, дата государственной регистрации 02.06.2020 / certificate of state registration of a computer program № RU 2020616373, the date of state registration is June 02, 2020</p>	<p>Программа предназначена для дистанционного мониторинга, ведения и консультирования онкологического пациента лечащим врачом в процессе длительного лечения и в промежутках между курсами лечения / The program is designed for remote monitoring, management and consultation of an oncological patient by the attending physician during long-term treatment and in between treatment courses</p>
<p><b>ООО «Виртуальная Реабилитация» / VRMEDSOFT LLC</b></p>	<p>Платформа дистанционной реабилитации с применением технологий виртуальной реальности и биологической обратной связи VRMedSoft / A platform for remote rehabilitation using virtual reality and biofeedback technologies VRMedSoft [31]</p>	<p><a href="http://vrmedsoft.com/">http://vrmedsoft.com/</a></p>	<p>Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2022663467, дата государственной регистрации 19.05.2022 / certificate of state registration of a computer program № RU 2022663467, the date of state registration is May 19, 2022</p>	<p>Программа предназначена для восстановления утраченных функций у пациентов, стабилизации психоэмоционального состояния и выработки оптимальных стратегий преодоления стресса. Обеспечивает возможность разработки неограниченного количества специализированных модулей, VR-локаций и подключаемых БОС-устройств / The program is designed to restore lost functions in patients, stabilize the psycho-emotional state and develop optimal strategies for overcoming stress. Provides the ability to develop an unlimited number of specialized modules, VR locations and connected devices with biofeedback</p>



Продолжение табл. 2

Компания (организация) / Company (organization)	Проект / Project	Сайт проекта / Project website	Данные патентной документации / Patent documentation data	Описание проекта / Project description
ООО «АйПат» / i-Pat LLC	TELEREHAB. Маркетплейс программ дистанционной реабилитации / TELEREHAB. Marketplace of remote rehabilitation programs [32]	<a href="https://telerehab.online/">https://telerehab.online/</a>	Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2022618164, дата государственной регистрации 21.04.2022 / certificate of state registration of a computer program № RU 2022618164, the date of state registration is April 21, 2022	Программа предназначена для размещения медицинскими организациями программ различных видов дистанционной реабилитации, а также для их выбора и дальнейшего прохождения пациентами, перенесшими или имеющими различные заболевания / The program is intended for placement by medical organizations of programs of various types of remote rehabilitation, as well as for their selection and further passage by patients who have suffered or have various diseases
ООО «ГЛОБУС-ИТ» и ООО «ГЕММА» / Globus-IT LLC and Gemma LLC	Когнитенок / Kognityonok [33]	<a href="https://globus-itd.ru/projects/kognitenok">https://globus-itd.ru/projects/kognitenok</a>	—	Мобильное приложение для адаптации детей с аутизмом. Приложение позволяет проводить образовательные занятия для детей с РАС, а их родителям — изучать полезные материалы по проблематике и иметь возможность оперативно связываться с экспертом-реабилитологом / A mobile application for the adaptation of children with autism. The application allows you to conduct educational classes for children with ASD, and their parents to study useful materials on the subject and be able to quickly contact a rehabilitation expert
ООО «М-ЛАЙН» / M-Line LLC	Давление под контролем / Davlenie pod kontrollem [34]	<a href="https://m-line.expert/program">https://m-line.expert/program</a>	—	Сайт по дистанционному контролю артериального давления / Website for remote blood pressure monitoring

Компания (организация) / Company (organization)	Проект / Project	Сайт проекта / Project website	Данные патентной документации / Patent documentation data	Описание проекта / Project description
<b>ООО «ТелеПат» / TelePat LLC</b>	ONCOREHAB.ONLINE (сервис проведения дистанционных занятий для пациентов с последствиями онкологических заболеваний) / ONCOREHAB. ONLINE (remote training ser- vice for patients with the con- sequences of oncological diseases) [35]	<a href="https://oncorehab.online/">https://oncore- hab.online/</a>	Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2020612268, дата государственной регистрации 06.02.2020 / certificate of state registration of a computer pro- gram № RU 2020612268, the date of state registration is February 06, 2020	Облачный сервис, обеспечивающий проведение занятий лечебной физкультурой с инструктором по видеосвязи / A cloud service that provides physical therapy classes with an in- structor via video link
<b>ООО «АйПат» / i-Pat LLC</b>	COVID REHAB. Сервис дистанционной реабилитации пациентов, перенесших COVID-19 / COVID REHAB. Remote reha- bilitation service for COVID-19 patients [27]	<a href="https://covidrehab.online/">https://covidre- hab.online/</a>	Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2020661187, дата государственной регистрации 18.09.2020 / certificate of state registration of a computer pro- gram № RU 2020661187, the date of state registration is September 18, 2020	Программа предназначена для дистанционной реабилитации пациентов, перенесших COVID-19 в средней или тяжелой форме с постоянным мониторингом эффективности реабилитации / The program is designed for remote rehabilitation of patients who have undergone COVID-19 in moder- ate or severe form with constant monitoring of the effectiveness of rehabilitation
<b>ООО «ТелеПат» / TelePat LLC</b>	MEDSENGER.AI. Система разговорного интеллекта, используемого в составе специализированного медицинского мессенджера / MEDSENGER.AI. Conversa- tional intelligence system used as part of a specialized medical messenger [36]	<a href="https://medsen-ger.ai/">https://medsen- ger.ai/</a>	Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2019619421, дата государственной регистрации 02.07.2019 / certificate of state registration of a computer pro- gram № RU 2019619421, the date of state registration is July 02, 2019	Программа предназначена для интеграции сервиса Medsender с интеллектуальными агентами, повышающими эффективность и удобство процесса телемедицинской консультации / The program is designed to in- tegrate the Medsender service with intelligent agents that increase the efficiency and conve- nience of the telemedicine consultation process

Компания (организация) / Company (organization)	Проект / Project	Сайт проекта / Project website	Данные патентной документации / Patent documentation data	Описание проекта / Project description
Благотворительный фонд содействия в оказании медико-социальной и реабилитационной помощи детям с тяжелой травмой и ее последствиями / Charitable Fund for Medico- Social and Rehabilitation Support of Children with Severe Trauma and its Consequences	KIDSREHAB [37]	https://kidsrehab. online/	Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2022684515, дата государственной регистрации 14.12.2022 / certificate of state registration of a computer pro- gram № RU 2022684515, the date of state registration is December 14, 2022	Облачная платформа, предназначенная для дистанционного мониторинга и реабилитации детей, перенесших черепно-мозговую или спинномозговую травму. Платформа дает возможность врачу видеть состояние пациента, а инструктору — проводить онлайн-занятия с пациентом / A cloud platform designed for remote monitoring and rehabilita- tion of children who have suffered a traumatic brain injury or spinal cord injury. The platform allows the doctor to see the patient's condition, and the instructor to conduct online classes with the patient
ООО «ТелеПат», / TelePat LLC	ТРАНСПЛАНТ.NET. Система мониторинга и поддержки пациентов после трансплантации органов / TRANSPLANT.NET. Monitoring and support system for pa- tients after organ transplanta- tion [24]	https:// трансплант.net/ info	Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2019613995, Дата государственной регистрации 21.03.2019 / certificate of state registration of a computer pro- gram № RU 2019613995, the date of state registration is Marth 21, 2019	Программа предназначена для долгосрочного дистанционного наблюдения и ведения пациента после трансплантации органа врачом-трансплантологом / The program is designed for long-term remote monitoring and management of the patient after organ transplantation by a transplant doctor

**Примечание:** ООО — общество с ограниченной ответственностью; ЭВМ — электронная вычислительная машина.  
**Note:** LLC — limited liability company; ECM — electronic computing machine.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**

**Шейко Геннадий Евгеньевич**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры медицинской реабилитации ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

E-mail: sheikogennadii@yandex.ru;

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0402-7430>

**Белова Анна Наумовна**, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой медицинской реабилитации ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

ORCID <http://orcid.org/0000-0001-9719-6772>

**Карякин Николай Николаевич**, доктор медицинских наук, доцент, ректор ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

ORCID <http://orcid.org/0000-0001-8958-6199>

**Даминов Вадим Дамирович**, доктор медицинских наук, профессор, руководитель клиники медицинской реабилитации ФГБУ «Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7141-6052>

**Шабанова Мария Андреевна**, ассистент кафедры медицинской реабилитации ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8160-1208>

**Ананьев Роман Дмитриевич**, лаборант кафедры медицинской реабилитации ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

ORCID: <http://orcid.org/0009-0002-9170-833X>

**Сушин Вильям Олегович**, ассистент кафедры медицинской реабилитации ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2346-7810>

**Воробьева Ольга Викторовна**, младший научный сотрудник отделения функциональной диагностики университетской клиники ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7225-8842>

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают свое авторство в соответствии с международными критериями ICMJE (все авторы внесли значительный вклад в концепцию, получение, анализ данных и подготовку статьи, прочитали и одобрили окончательный вариант до публикации). Наибольший вклад распределен следующим образом: Шейко Г.Е., Белова А.Н. — научное обоснование, методология, анализ данных, курирование данных, руководство проектом; Карякин Н.Н. — курирование проекта, руководство проектом, проверка и редактирование рукописи; Даминов В.Д. — курирование проекта, проверка и редактирование рукописи; Шабанова М.А., Ананьев Р.Д., Сушин В.О. — анализ данных, проверка и редактирование рукописи; Воробьева О.В. — анализ данных, написание черновика рукописи.

**Источники финансирования.** Исследование выполнено в рамках реализации программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» (Россия).

**Конфликт интересов.** Даминов В.Д. — директор ООО «Центр цифровых технологий». Остальные авторы заявляют отсутствие 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. Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России (выписка из протокола № 04 от 17 марта 2023 г.).

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

**ADDITIONAL INFORMATION**

**Gennadii E. Sheiko**, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Medical Rehabilitation, Privolzhsky Research Medical University.

E-mail: sheikogennadii@yandex.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0402-7430>

**Anna N. Belova**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Medical Rehabilitation, Privolzhsky Research Medical University.

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9719-6772>

**Nikolaj N. Karyakin**, Dr. Sci. (Med.), Associate Professor, Rector, Privolzhsky Research Medical University.

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8958-6199>

**Vadim D. Daminov**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Chief of Medical Rehabilitation Clinic, National Medical and Surgical Center named after N.I. Pirogov.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7141-6052>

**Mariya A. Shabanova**, Assistant of the Department of Medical Rehabilitation, Privolzhsky Research Medical University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8160-1208>

**Roman D. Ananyev**, Laboratory Assistant of the Department of Medical Rehabilitation, Privolzhsky Research Medical University.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-9170-833X>

**Vilyam O. Sushin**, Assistant of the Department of Medical Rehabilitation, Privolzhsky Research Medical University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2346-7810>

**Olga V. Vorobyova**, Junior Researcher of the Department of Functional Diagnostics of the University Clinic, Privolzhsky Research Medical University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7225-8842>

**Author Contributions.** All authors confirm their authorship according to the international ICMJE criteria (all authors contributed significantly to the conception, obtaining, analyzing data and preparation of the article, read and approved the final version before publication). Special contributions: Sheiko G.E., Belova A.N. — scientific, justification, methodology, formal analysis, data curation, project administration; Karyakin N.N. — supervision, project administration, manuscript proofreading and editing Daminov V.D. — supervision, manuscript proofreading and editing; Shabanova M.A., Anan'ev R.D., Sushin V.O. — data analysis, manuscript proofreading and editing; Vorobyova O.V. — data analysis, manuscript drafting.



**Funding.** The research was carried out as part of the implementation of the strategic academic leadership program “Priority 2030” (Russia).

**Disclosure.** Daminov V.D. — Director of the Center for Digital Technologies LLC. The other 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 protocol of the study was approved by the local Ethics committee of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Privolzhskiy Research Medical University” of the Ministry of Health of the Russian Federation (extract from Protocol No. 04, 17.03.2023).

**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. Блинов Д.В., Солопова А.Г., Санджиева Л.Н. и др. Совершенствование организации медицинской реабилитации в системе здравоохранения: анализ ситуации. Фармакоэкономика. Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология. 2022; 15(2): 237–249. <https://doi.org/10.17749/2070-4909/farmakoeconomika.2022.140> [Blinov D.V., Solopova A.G., Sandzhieva L.N. et al. Strengthening medical rehabilitation services in health system: a situation analysis. Farmakoeconomika. Modern Pharmacoeconomics and Pharmacoepidemiology Farmakoeconomika 2022; 15(2): 237–249. <https://doi.org/10.17749/2070-4909/farmakoeconomika.2022.140> (In Russ.).]
2. Середа А.Н., Пузин С.Н., Меметов С.С. и др. Особенности организации медицинской реабилитации на современном этапе. Медико-социальная экспертиза и реабилитация. 2021; 24(2): 41–46. <https://doi.org/10.17816/MSER66721> [Sereda A.N., Puzin S.N., Memetov S.S. et al. Features of the organization of medical rehabilitation at the present stage. Medical and Social Expert Evaluation and Rehabilitation. 2021; 2 (2): 41–46. <https://doi.org/10.17816/MSER66721> (In Russ.).]
3. Аброськина М.В., Субочева С.А., Корягина Т.Д. и др. Проекты дистанционной реабилитации в неврологии. Сайт домашней нейрореабилитации «НейроДом» на территории Красноярского края. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2019; 119(8): 84–88. <https://doi.org/10.17116/jnevro201911908184> [Abroskina M.V., Subocheva S.A., Koriagina T.D. et al. Projects of distant rehabilitation in neurology. The website of in-home rehabilitation in the territory of Krasnoyarsk Region. S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry. 2019; 119(8): 84–88. <https://doi.org/10.17116/jnevro201911908184> (In Russ.).]
4. Лебедев Г.С., Шадеркин И.А., Фомина И.В. и др. Эволюция интернет-технологий в системе здравоохранения. Журнал телемедицины и электронного здравоохранения. 2017; (2): 63–78. [Lebedev G.S., Shaderkin I.A., Fomina I.V. et al. The evolution of Internet technologies in the healthcare system. Journal of Telemedicine and Health. 2017; (2): 63–78 (In Russ).]
5. Струков Р.Н., Конева Е.С., Хаптагаев Т.Б. и др. Эффективность проведения лечебной гимнастики у пациентов после эндопротезирования на третьем этапе реабилитации в форме телемедицинских услуг. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2022; 99(4-2): 37–42. <https://doi.org/10.17116/kurort20229904237> [Strukov R.N., Koneva E.S., Khaptagaev T.B. et al. Effectiveness of physical therapy after total hip arthroplasty at the third stage of rehabilitation using a telemedicine program. Voprosy kurortologii, fizioterapii, i lechebnoi fizicheskoi kultury. 2022; 99(4-2): 37–42. <https://doi.org/10.17116/kurort20229904237> (In Russ.).]
6. Борисов И.В., Бондарь В.А., Канарский М.М. и др. Дистанционная реабилитация: роль и возможности. Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация. 2021; 3(4): 399–408. <https://doi.org/10.36425/rehab80253> [Borisov I.V., Bondar V.A., Kanarskii M.M. et al. Remote Rehabilitation: Role and Opportunities. Physical and rehabilitation medicine, medical rehabilitation. 2021; 3(4): 399–408. <https://doi.org/10.36425/rehab80253> (In Russ.).]
7. Ryu S. Telemedicine: Opportunities and Developments in Member States: Report on the Second Global Survey on eHealth 2009 (Global Observatory for eHealth Series, Volume 2). Health Inform Res. 2012; 18(2): 153–5. <https://doi.org/10.4258/hir.2012.18.2.153>
8. Hwang R., Bruning J., Morris N.R. et al. Home-based telerehabilitation is not inferior to a centre-based program in patients with chronic heart failure: a randomised trial. Journal of Physiotherapy. 2017; 63(2): 101–107. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2017.02.017>
9. Rudel D., Balora Z., Oberžan D. et al. Home telerehabilitation service for persons following lower limb amputation. The Journal of Telemedicine and e-Health. 2015; (1): 57–59.
10. Russo J.E., McCool R.R., Davies L.V. A telemedicine: an analysis of cost and time savings. Telemedicine and e-Health. 2016; 22(3): 209–215. <https://doi.org/10.1089/tmj.2015.0055>
11. Hatcher-Martin J., Anderson E., Factor S. Patient acceptance and potential cost-savings of teleneurology in an academic outpatient movement disorders practice. Neurology. 2016; 86(16): 1–022.
12. Cota A., Tarchala M., Parent-Harvey C. et al. Review of 5.5 Years' Experience Using E-mail-Based Telemedicine to Deliver Orthopedic Care to Remote Communities. Telemedicine and e-Health. 2017; 23(1): 37–40. <https://doi.org/10.1089/tmj.2016.0030>
13. Котельникова Е.В., Сенчихин В.Н., Липчанская Т.П., Царева О.Е. Возможности управления факторами кардиоваскулярного риска в телемедицинских программах кардиологической реабилитации. Доктор.Ру. 2022; 21(6): 6–12. <https://doi.org/10.31550/1727-2378-2022-21-6-6-12> [Kotelnikova E.V., Senchikhin V.N., Lipchanskaya T.P., Tsareva O.E. Possibilities of managing cardiovascular risk factors in telemedicine programs of cardiological rehabilitation. Doctor.Ru. 2022; 21(6): 6–12. <https://doi.org/10.31550/1727-2378-2022-21-6-6-12> (In Russ.).]
14. Федонников А.С., Андриянова Е.А., Гришечкина Н.В., Норкин И.А. Возможности онлайн-коммуникации в управлении процессом реабилитации после эндопротезирования суставов. Здравоохранение Российской Федерации. 2022; 66(1): 34–40. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2022-66-1-34-40> [Fedonnikov A.S., Andriyanova E.A., Grishechkina N.V., Norkin I.A. Online communication possibilities in managing the rehabilitation process after joint arthroplasty. Health care of the Russian Federation. 2022; 66(1): 34–40. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2022-66-1-34-40> (In Russ.).]
15. Федеральный закон «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» № 323-ФЗ от 21 ноября 2011 года [Federal Law “On the Fundamentals of Public Health Protection in the Russian Federation” No. 323-FZ (November 21, 2011) (In Russ.).]
16. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации № 965н от 30 ноября 2017 года «Об утверждении Порядка организации и оказания медицинской помощи с применением телемедицинских технологий» [Priказ Ministerstva Zdravoohraneniya Rossijskoj Federacii No. 965n (November 30, 2017) “Ob utverzhdenii poryadka organizacii i okazaniya medicinskoj pomoshchi s primeneniem telemeditsinskih tekhnologij” (In Russ.).]
17. Федеральный закон № 242-ФЗ от 29 июля 2017 года «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения информационных технологий в сфере охраны здоровья» [Federal’nyj zakon № 242-FZ (July 29, 2017) “O vnesenii izmenenij v otdel’nye zakonodatel’nye akty Rossijskoj Federacii po voprosam primeneniya informacionnyh tekhnologij v sfere ohrany zdorov’ya” (In Russ.).]

18. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации № 444 от 25 октября 2012 года «О главных внештатных специалистах Министерства здравоохранения Российской Федерации» [Prikaz Ministerstva Zdravoohraneniya Rossijskoj Federacii No. 444 (October 25, 2012) "O glavnyh vneshstatnyh specialistah Ministerstva Zdravoohraneniya Rossijskoj Federacii" (In Russ.).]
19. Постановление Правительства Российской Федерации № 1640 от 26 декабря 2017 года «Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Развитие здравоохранения"» [Postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii No. 1640 (December 26, 2017) «Ob utverzhdenii gosudarstvennoy programmy Rossijskoj Federacii «Razvitie Zdravoohraneniya» (In Russ.).]
20. Селиверстов Ю.И. Государственная поддержка разработки, производства и внедрения отечественных цифровых продуктов — фактор инновационного развития экономики России. Белгородский экономический вестник. 2020; 100(4): 6–14. [Seliverstov Yu.I. State support for the development, production and implementation of domestic digital products is a factor of innovative development of the Russian economy. Belgorod Economic Bulletin. 2020; 100(4): 6–14. (In Russ.).]
21. Фесюн А.Д., Рачин А.П., Гильмутдинова И.Р. и др. Технология дистанционной медицинской реабилитации пациентов с коронавирусной инфекцией. Патент RU 2735722 C1, 06 ноября 2020. [Fesyun A.D., Rachin A.P., Gilmutdinova I.R. et al. Technology of remote medical rehabilitation of patients with coronavirus infection. Patent RU 2735722 C1, November 06, 2020. (In Russ.).]
22. Ляпина И.Н., Зверева Т.Н., Помешкина С.А. Современные способы дистанционного наблюдения и реабилитации пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2022; 11(1): 112–123. <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2022-11-1-112-123> [Lyapina I.N., Zvereva T.N., Pomeshkina S.A. Modern methods of remote monitoring and rehabilitation of patients with cardiovascular diseases. Complex Issues of Cardiovascular Diseases. 2022; 11(1): 112–123. <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2022-11-1-112-123> (In Russ.).]
23. Шинкарев С.А., Каргальская И.Г., Зингерман Б.В., Нозик А.В. Использование цифрового сервиса ОНКОНЕТ для дистанционного мониторинга онкологических пациентов на иммунной и таргетной терапии в условиях пандемии. Журнал телемедицины и электронного здравоохранения 2021; 7(1): 14–24. <https://doi.org/10.29188/2542-2413-2021-7-1-14-24> [Shinkarev S.A., Kargalskaya I.G., Zingerman B.V., Nozik A.V. Experience with ONCONET digital service for telemonitoring of cancer patients on immune and targeted therapy during the pandemic. 2021; 7(1): 14–24. <https://doi.org/10.29188/2542-2413-2021-7-1-14-24> (In Russ.).]
24. Зингерман Б.В., Нозик А.В., Каргальская И.Г., Кондрашева Л.М. ТРАНСПЛАНТ.NET. Система мониторинга и поддержки пациентов после трансплантации органов. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019613995, 27 марта 2019. [Zingerman B.V., Nozik A.V., Kargalskaya I.G., Kondrasheva L.M. ТРАНСПЛАНТ.NET. A system for monitoring and supporting patients after organ transplantation. Certificate of registration of the computer program RU 2019613995, March 27, 2019. (In Russ.).]
25. Иванилова Т.Н., Прокопенко С.В., Попов А.А. и др. Проектные решения портала дистанционной нейрореабилитации «Нейродом». Врач и информационные технологии. 2019; (1): 73–80. [Ivanilova T.N., Prokopenko S.V., Popov A.A. et al. Project design portal teleservicing neurorehabilitation "Neyrodom". Medical doctor and information technologies. 2019; (1): 73–80. (In Russ.).]
26. Зингерман Б.В., Нозик А.В., Борова И.В. и др. ОНКОНЕТ. Телемедицинская платформа для дистанционного мониторинга онкологических больных в процессе длительного лечения. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2020616373, 17 июня 2020. [Zingerman B.V., Nozik A.V., Borovova I.V. et al. ONCONET. Telemedicine platform for remote monitoring of cancer patients during long-term treatment. Certificate of registration of the computer program RU 2020616373, June 17, 2020. (In Russ.).]
27. Зингерман Б.В., Нозик А.В., Лапшин В.В. и др. COVID REHAB. Сервис дистанционной реабилитации пациентов, перенесших COVID-19. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2020661187, 18 сентября 2020. [Zingerman B.V., Nozik A.V., Lapshin V.V. et al. COVID REHAB. Remote rehabilitation service for patients who have undergone COVID-19. Certificate of registration of the computer program RU 2020661187, September 18, 2020. (In Russ.).]
28. Бурдаков А.В., Ухаров А.О., Дардык В.И., Шливко И.Л. Программный комплекс «PRORODINKI». Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2020664964, 19 ноября 2020. [Burdakov A.V., Ukharov A.O., Dardyk V.I., Shlivko I.L. "PRORODINKI" software package. Certificate of registration of the computer program RU 2020664964, November 19, 2020. (In Russ.).]
29. Правообладатель: ООО Центр цифровых технологий «Степс Реабил». Программа развития физической активности и улучшения функционального состояния системы СТЕПС РЕАБИЛ. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2018662562, 11 октября 2018. [Inventor; LLC Center for Digital Remote Technologies "Steps Rehabil". The program for the development of physical activity and improvement of the functional state of STEPS REHABIL. Certificate of registration of the computer program RU 2018662562, October 11, 2018. (In Russ.).]
30. Василенко И.В., Иванилова Т.Н., Ильминская А.А. и др. Программное обеспечение для портала дистанционной нейрореабилитации «НЕЙРОДОМ». Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019662949, 07 октября 2019. [Vasilenko I.V., Ivanilova T.N., Ilminskaya A.A. et al. Software for the portal of remote neurorehabilitation "NEURODOME". Certificate of registration of the computer program RU 2019662949, October 07, 2019. (In Russ.).]
31. Тимофеева А.И., Даминов В.Д. Платформа дистанционной реабилитации с применением технологий виртуальной реальности и биологической обратной связи VRMEDSOFT. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2022663467, 14 июля 2022. [Timofeeva A.I., Daminov V.D. Remote rehabilitation platform using virtual reality and biofeedback technologies VRMEDSOFT Certificate of registration of the computer program RU 2022663467, July 14, 2022. (In Russ.).]
32. Зингерман Б.В., Лапшин В.В., Фистул И.А., Каргальская И.Г. TELEREHAB. Маркетплейс программ дистанционной реабилитации. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2022618164, 05 мая 2022. [Zingerman B.V., Lapshin V.V., Fistul I.A., Kargalskaya I.G. TELEREHAB. Marketplace of remote rehabilitation programs. Certificate of registration of the computer program RU 2022618164, May 05, 2022. (In Russ.).]
33. Когнитенок. <https://globus-ltd.ru/projects/kognitenok> (дата обращения: 02.06.2023). [Kognityonok. <https://globus-ltd.ru/projects/kognitenok> (accessed: 02.06.2023) (In Russ.).]
34. Давление под контролем. <https://m-line.expert/program> (дата обращения: 02.06.2023). [Pressure under control. <https://m-line.expert/program> (accessed: 02.06.2023) (In Russ.).]
35. Зингерман Б.В., Нозик А.В., Лапшин В.В. и др. ONCOREHAB.ONLINE (Сервис проведения дистанционных занятий для пациентов с последствиями онкологических заболеваний). Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2020612268, 19 февраля 2020. [Zingerman B.V., Nozik A.V., Lapshin V.V. et al. ONCOREHAB.ONLINE (Service for conducting remote classes for patients with the consequences of oncological diseases) Certificate of registration of the computer program RU 2020612268, February 19, 2020. (In Russ.).]
36. Зингерман Б.В., Нозик А.В., Фистул И.А., Бородин Р.А. MEDSENGER.AI — система разговорного интеллекта, используемого в составе специализированного медицинского мессенджера. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019619421, 02 июля 2019. [Zingerman B.V., Nozik A.V., Fistul I.A., Borodin R.A. MEDSENGER.AI is a system of conversational intelligence used as part of a specialized medical messenger. Certificate of registration of the computer program RU 2019619421, July 02, 2019. (In Russ.).]
37. Валиуллина С.А., Каргальская И.Г., Лапшин В.В. и др. KIDSREHAB. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2022684515, 14 декабря 2022. [Valiullina S.A., Kargalskaya I.G., Lapshin V.V. et al. KIDSREHAB. Certificate of registration of the computer program RU 2022684515, December 14, 2022. (In Russ.).]

38. Тихилов Р.М., Корнилов Н.Н., Куляба Т.А. и др. Клинические рекомендации. Гонартроз. 2021: 78 с. [Tihilov R.M., Kornilov N.N., Kulyaba T.A. et al. Klinicheskie rekomendacii. Gonartroz. 2021: 78 p. (In Russ.)]
39. Тихилов Р.М., Ли́ла А.М., Кочиш А.Ю., и др. Клинические рекомендации. Коксартроз. 2016: 71 с. [Tihilov R.M., Lila A.M., Kochish A.Y. et al. Klinicheskie rekomendacii. Koksartroz. 2016: 71 p. (In Russ.)]
40. Рудь И.М., Мельникова Е.А., Рассулова М.А. и др. Реабилитация больных после эндопротезирования суставов нижних конечностей. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2017; 94(6): 38–44. <https://doi.org/10.17116/kurort201794638-44> [Rud I.M., Melnikova E.A., Rassulova M.A. et al. Rehabilitation of the patients following the endoprosthesis replacement of the joints of the lower extremities. Voprosy kurortologii, fizioterapii, i lechebnoi fizicheskoi kultury. 2017; 94(6): 38–44. <https://doi.org/10.17116/kurort201794638-44> (In Russ.)]

## Снижение риска переломов при постменопаузальном остеопорозе: обзор эффективной и безопасной фармакологической терапии с высоким уровнем приверженности

 **Марченкова Л.А.\***

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия

### РЕЗЮМЕ

**ВВЕДЕНИЕ.** На постменопаузальный остеопороз (ПМО) приходится до 85 % всех случаев остеопороза, осложнения которого — патологические переломы — приводят к снижению качества жизни и функциональности, болевому синдрому, выраженным психоэмоциональным нарушениям, потере способности к самообслуживанию, инвалидности и повышению риска смерти. Снизить риск развития остеопорозных переломов и предотвратить ассоциированные с ними осложнения помогает своевременно назначенная патогенетическая терапия остеопороза, в том числе у пациентов, проходящих медицинскую реабилитацию.

**ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ОБЗОРА.** В обзоре литературы проводится анализ 5 отечественных и 47 зарубежных литературных источников, на основании которого сделано описание современных методов лечения ПМО с целью снижения риска развития патологических переломов. Плохая приверженность пациентов терапии остеопороза ассоциируется с низкой эффективностью лечения ПМО и увеличением финансового бремени для системы здравоохранения — повышением частоты госпитализаций и затрат на лечение. Редкая кратность дозирования и хорошая переносимость терапии помогают повысить приверженность к пероральным азотсодержащим бисфосфонатам.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** В обзоре сделан акцент на эффективности и безопасности перорального бисфосфоната ибандроновой кислоты 150 мг для приема 1 раз в месяц, назначение которого женщинам с ПМО продемонстрировало хорошую переносимость, удобство применения и высокую эффективность как по снижению риска переломов, так и по увеличению минеральной плотности кости, в том числе при длительных сроках лечения — 5 лет.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** постменопаузальный остеопороз, патологический перелом, риск перелома, бисфосфонаты, ибандроновая кислота, минеральная плотность кости, приверженность лечению, профиль безопасности.

**Для цитирования / For citation:** Марченкова Л.А. Снижение риска переломов при постменопаузальном остеопорозе: обзор эффективной и безопасной фармакологической терапии с высоким уровнем приверженности. Вестник восстановительной медицины. 2023; 22(4):129-137. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-129-137> [Marchenkova L.A. Reducing Fracture Risk in Postmenopausal Osteoporosis: a Review of Effective and Safe Pharmacological Therapy Providing Adherence to Treatment. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(4): 129-137. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-129-137> (In Russ.).]

\* **Для корреспонденции:** Марченкова Лариса Александровна, E-mail: [marchenkovala@nmicrk.ru](mailto:marchenkovala@nmicrk.ru)

Статья получена: 30.06.2023  
Статья принята к печати: 14.08.2023  
Статья опубликована: 31.08.2023



# Reducing Fracture Risk in Postmenopausal Osteoporosis: a Review of Effective and Safe Pharmacological Therapy Providing Adherence to Treatment

 Larisa A. Marchenkova\*

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

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** Postmenopausal osteoporosis (PMO) accounts for up to 85 % of all cases of osteoporosis, complications of which — pathological fractures — lead to a decrease in quality of life and functionality, pain, severe psycho-emotional disorders, loss of ability to self-care, disability and an increased risk of death. Timely prescribed pathogenetic therapy for osteoporosis, including in patients undergoing medical rehabilitation, helps reduce the risk of developing osteoporotic fractures and prevent complications associated with them.

**MAIN CONTENT OF THE REVIEW.** The literature review analyzes 5 domestic and 47 foreign literary sources, on the basis of which a description of modern methods of treating PMO is made in order to reduce the risk of developing pathological fractures. Poor patient adherence to osteoporosis therapy is associated with low effectiveness of PMO treatment and an increased financial burden on the healthcare system — increased hospitalization rates and treatment costs. The infrequent dosing frequency and good tolerability of therapy help to increase adherence to oral supplements.

**CONCLUSION.** The review focused on the effectiveness and safety of the oral bisphosphonate ibandronic acid 150 mg once a month, the administration of which to women with PMO demonstrated good tolerability, ease of use and high efficiency, both in reducing the risk of fractures and in increasing bone mineral density, including long-term treatment periods — 5 years.

**KEYWORDS:** postmenopausal osteoporosis, pathological fracture, fracture risk, bisphosphonates, ibandronic acid, bone mineral density, treatment adherence, safety profile.

**For citation:** Marchenkova L.A. Reducing Fracture Risk in Postmenopausal Osteoporosis: a Review of Effective and Safe Pharmacological Therapy Providing Adherence to Treatment. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(4):129-137. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-129-137> (In Russ.).

\* **For correspondence:** Larisa A. Marchenkova, E-mail: marchenkovala@nmickr.ru

**Received:** 30.06.2023

**Accepted:** 14.08.2023

**Published:** 31.08.2023

## ВВЕДЕНИЕ

Остеопороз — системное заболевание скелета, для которого характерно снижение прочности костной ткани и повышение риска развития переломов при минимальной травме, наиболее значимыми из которых являются переломы бедренной кости и позвонков [1] (ПМО).

В 2010 г. в мире ПМО имели 137 млн женщин в возрасте 50 лет и старше [2]. В России 33,8 % городских женщин в возрасте 50 лет и старше имеют ПМО, а 24 % — уже перенесли переломы [3]. Эпидемиологические данные, полученные в г. Ярославле и г. Первоуральске Свердловской области, показали, что частота остеопоротического перелома бедренной кости у женщин 50 лет и старше в РФ находится на уровне 249/100 тысяч, что соответствует среднему уровню риска в сравнении с другими странами [4].

Остеопоротические переломы при ПМО приводят к выраженному снижению качества жизни и функциональности, болевому синдрому, выраженным психоэмоциональным нарушениям, потере способности к самообслуживанию, инвалидности и повышению риска смерти [5–7]. Снизить риск развития остеопорозных переломов и предотвратить ассоциированные с ними осложнения

помогает своевременно назначенная патогенетическая терапия остеопороза [1].

Исследование частоты выявления остеопороза, связанных с ним переломов и факторов риска у 600 мужчин и женщин в возрасте 50 лет и старше, проходящих медицинскую реабилитацию [8], показало, что 41,8 % из них имеют факторы риска остеопороза, в том числе 31,2 % — множественные факторы риска. 37,3 % пациентов, проходящих медицинскую реабилитацию, имеют высокую вероятность развития низкоэнергетических переломов, 34,1 % — установленный диагноз остеопороза, а 30,0 % — уже перенесли остеопорозные переломы. Однако при этом 41,5 % пациентов с остеопорозом или высоким риском переломов, проходящих медицинскую реабилитацию, не получают эффективной патогенетической терапии заболевания [8].

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ОБЗОРА

**Эффективность патогенетической терапии в снижении риска переломов у женщин в постменопаузе: роль ибандроновой кислоты**

ПМО является хроническим заболеванием, и поэтому его лечение требует длительного регулярного приема

патогенетической терапии, особенно у пациентов, уже перенесших остеопорозные переломы и имеющих высокий риск развития новых [1]. Основной целью назначения антиостеопоротических препаратов у пациентов с ПМО является снижение вероятности развития новых переломов, повышение минеральной плотности кости (МПК), предотвращение инвалидности и смерти. Кроме того, есть данные, что назначение фармпрепаратов для лечения остеопороза способствуют улучшению исходов медицинской реабилитации и существенному приросту функциональной независимости у пожилых людей с патологическими переломами [9].

Для лечения ПМО используется широкий арсенал современных лекарственных средств, основной целью назначения которых является снижение риска переломов. В России для лечения ПМО применяются азотсодержащие бисфосфонаты (БФ) — алендроновая, ризедоновая, ибандроновая и золедроновая кислоты, а также деносу-маб и терипаратид [1].

БФ являются наиболее распространенной группой препаратов для патогенетического лечения остеопороза и предотвращения остеопоротических переломов, каждый из которых имеет свои особенности в профиле клинической эффективности, безопасности, способе и кратности приема [10]. В основе этих различий лежит степень аффинности и сила связывания конкретного БФ с костным гидроксиапатитом, а также степень ингибирования им фарнезилпирофосфатсинтазы — основного фермента-мишени для действия БФ и, как следствие, активность угнетения функции и повышения апоптоза клеток остеокластов, осуществляющих резорбцию костной ткани [11–14]. Степень сродства к гидроксиапатиту костной ткани и ингибирования фермента фарнезилпирофосфатсинтазы могут объяснить различия в скорости наступления противопереломного эффекта разных БФ [11, 15].

Ибандронат — азотсодержащий БФ, который, в отличие от других БФ, может назначаться как парентерально, так и перорально и имеет уникальные преимущества по кратности дозирования [12], что может улучшить соблюдение режима лечения и приверженность терапии [16–18].

Клинические испытания ибандроновой кислоты (исследование BONE) [19] продемонстрировали, что у пациенток с ПМО, имеющих Т-критерий в поясничном отделе позвоночника  $-2,0$  и ниже по данным костной денситометрии и как минимум один перелом позвонка в анамнезе ( $n = 2946$ ), при назначении ибандроната в дозе 2,5 мг ежедневно в течение 3 лет относительный риск (ОР) появления новых переломов позвонков уменьшается на 62 % в сравнении с плацебо ( $p = 0,0001$ ) [19]. Вторичный ПТТ-анализ этого исследования продемонстрировал, что данный эффект препарата наиболее выражен у женщин в постменопаузе в возрасте моложе 65 лет, в популяции которых ОР позвоночных переломов снижается на 92 % в сравнении с плацебо ( $p = 0,0007$ ) [20]. Также на фоне лечения ибандронатом в дозе 2,5 мг ежедневно было показано эффективное замедление резорбции костной ткани (по данным динамики уровня биохимического маркера костной резорбции С-терминального телопептида коллагена 1-го типа) и повышение МПК в позвоночнике и бедренной кости (по данным костной денситометрии) [19].

Лечение ибандронатом эффективно снижает риск развития периферических переломов у женщин с ПМО и очень высоким риском переломов. Так, показано, что у пациенток с показателями Т-критерия в шейке бедренной кости ниже  $-3,0$ , через 3 года лечения ибандронатом достигалось снижение ОР непозвоночных переломов на 69 % ( $p = 0,012$ ). У женщин с исходным Т-критерием поясничных позвонков ниже  $-2,5$  и наличием как минимум одного клинического перелома за последние 5 лет ОР развития непозвоночных переломов уменьшался на 60 % в сравнении с плацебо ( $p = 0,037$ ) [21].

Таким образом, ибандроновая кислота продемонстрировала высокую клиническую эффективность по снижению риска новых клинических переломов у женщин с ПМО и переломами позвонков в анамнезе. Однако из-за потенциального неудобства при длительном лечении ПМО, влекущего за собой низкую приверженность пациентов терапии остеопороза, дозировка ибандроната 2,5 мг для ежедневного перорального приема не стала применяться в клинической практике, уступив место новым формам ибандроната с более редкой и удобной кратностью дозирования — 150 мг перорально 1 раз в месяц и 3 мг внутривенно 1 раз в 3 месяца.

### **Низкая приверженность пациентов терапии пероральными бисфосфонатами как причина неудовлетворительной эффективности лечения остеопороза**

Приверженность лечению определяет, насколько полно и корректно пациент выполняет рекомендации врача и принимает назначенное лекарство, и включает в себя 3 основные составляющие: инициирование (старт), комплаентность и длительность лечения [22, 23]. Таким образом, причинами низкой приверженности терапии могут быть отказ от начала лечения, ошибки в дозировании (включая пропуск или неправильный прием лекарства) и преждевременное прекращение лечения [22, 23]. Приверженность терапии может быть оценена по величине так называемого коэффициента приема препарата (КПП), который рассчитывается по отношению числа дней, которые пациент принимал лекарство, к общему количеству дней лечения и выражается в процентах [24].

Анализ 75 тыс. историй болезней пациентов с разными нозологиями показал, что от 20 до 30 % пациентов вообще не начинают принимать назначенный им препарат [25]. Отказ от инициации назначенной терапии имеет особое значение у пациентов с остеопорозом, имеющих высокий риск развития патологических переломов [26]. Так, крупное исследование, проведенное в Бельгии, показало, что в течение года после перелома бедренной кости из более чем 23 тыс. пациентов начинают лечение остеопороза только 6 % [27].

Особо важна тщательность и кратность приема пероральных БФ, биодоступность которых составляет чуть более 1% вследствие низкой абсорбции из-за образования хелатных соединений с катионами алюминия, магния и кальция [28]. По этой причине для всех пероральных БФ требуются сложные и строгие правила дозирования: прием строго натощак во избежание хелатирования продуктами, содержащими вышеуказанные катионы, запивать только чистой водой, в течение как минимум 60 минут не принимать любую другую жидкость, пищу и лекарства

и при этом строго сохранять вертикальное положение после приема таблетки БФ в течение часа [29]. Опрос женщин в возрасте  $\geq 55$  лет, принимавших пероральные БФ, показал, что 56,5 % из них не соблюдали инструкции по дозированию, 40,5 % — инструкции, связанные с улучшением абсорбции (прием препарата строго натощак) и 34,7 % — правила приема, направленные на предотвращение побочных эффектов (например, длительно оставаться в вертикальном положении после приема таблетки). То есть в целом сложные инструкции по дозированию пероральных БФ негативно влияют на соблюдение режима лечения примерно у 50 % пациентов [30].

Имеющиеся исследования четко демонстрируют, что через 1 год после начала приема пероральных БФ на терапии остается только 40 % пациентов [31], через 3 года — лишь 85 % [27]. Проспективное многоцентровое 2-летнее исследование приверженности лечению ибандроновой кислотой в сочетании с холекальциферолом для приема в 1 таблетке 1 раз в неделю при ПМО показало, что в первые 6 месяцев терапии прекращают 46 % пациенток, а в течение 2 лет — 70,2 %. Низкая приверженность терапии ассоциировалась с замедлением прироста МПК в шейке бедра и ухудшением динамики показателей качества жизни, связанных с выполнением повседневной физической работы и социальной активностью. Основными факторами высокой приверженности терапии являлись поддержание врачом у пациентов мотивации на долгосрочное регулярное лечение, отсутствие побочных реакций и подбор препарата с учетом максимального удобства при приеме [32].

По данным систематического обзора 89 исследований в реальной клинической практике в разных странах мира, в течение первых 12 месяцев лечения пероральными БФ на терапии остается от 17,7 до 74,8 % пациентов со средним ИПП от 28,2 до 84,5 % [44]. Основными факторами, влияющими на уровень приверженности в этом исследовании, были: страна проживания, семейное положение, факт курения, образовательный статус, материальное положение, вид лекарственного препарата и частота побочных реакций и кратность его дозирования [33].

Опубликованный годом позже систематический обзор 10 исследований продемонстрировал, что у женщин с ПМО в течение первого года лечения пероральными БФ ИПП составляет 54–71 %, а упорство в терапии — 28–74 % [34]. Авторы сделали выводы, что при приеме препаратов, требующих более редкого приема, частота переломов была значительно ниже, а приверженность терапии были существенно выше по сравнению с другими видами терапии [34]. Этот вывод подтверждается результатами анализа данных национальной медицинской базы, установившими, что ИПП БФ повышается по мере увеличения интервала между приемом препарата [35].

Плохая приверженность терапии ассоциируется с низкой эффективностью лечения ПМО с точки зрения снижения риска переломов [36–38] и увеличением финансового бремени для системы здравоохранения — повышением частоты госпитализаций и затрат на лечение [39, 40]. Роль редкой кратности дозирования в улучшении приверженности пероральным БФ и повышении эффективности лечения остеопороза отмечается в недавних систематических обзорах и другими авторами [41].

В целом комплекс мер, которые имеют убедительные

доказательства по положительному влиянию на соблюдение режима лечения (как при ПМО, так и при других заболеваниях), включают плотное консультирование и обучение пациентов, мониторинг соблюдения режима лечения и упрощение режима дозирования, включая более редкий прием препарата [42–44]. Ключевые шаги по улучшению приверженности терапии ПМО включают понимание существующей проблемы удержания пациентов на лечении, оценка приверженности пациента лечению и причин несоблюдения режима терапии [42]. Кроме того, были разработаны уникальные фармакологические формы пероральных БФ с максимально редкой кратностью дозирования (ибандроновая кислота для приема в дозе 150 мг 1 раз в месяц) для повышения удобства и приверженности терапии ПМО.

### **Пути преодоления низкой приверженности терапии постменопаузального остеопороза: преимущества ежемесячного приема ибандроната в дозе 150 мг**

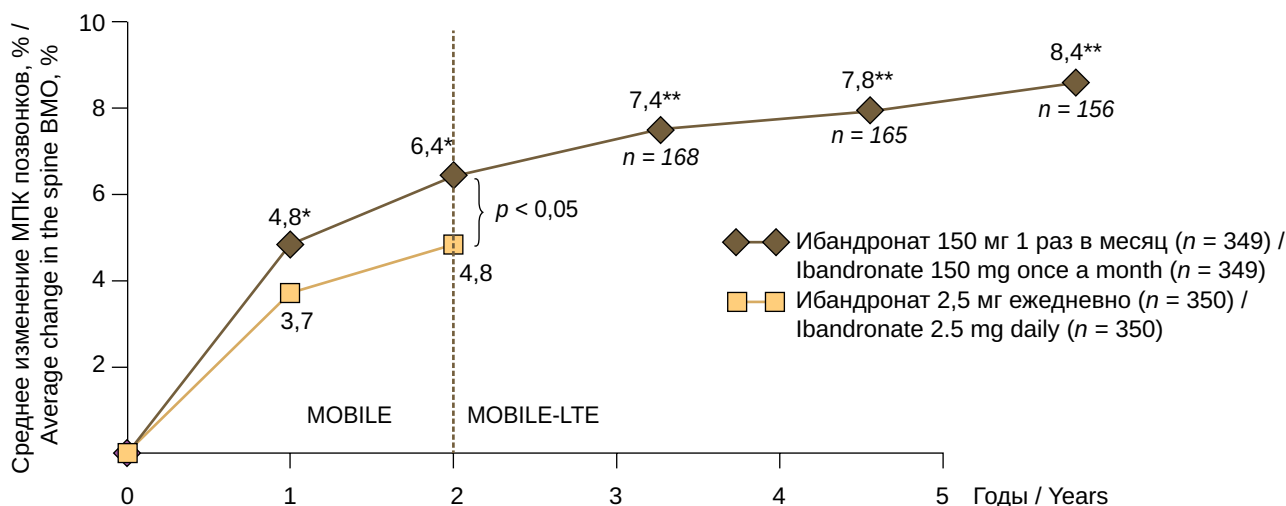
Создание уникальной таблетированной формы ибандроновой кислоты для приема в дозе 150 мг 1 раз в месяц стало существенным шагом в повышении приверженности терапии пероральными БФ у пациенток с ПМО. Это самый новый и последний из вышедших на мировой фармакологический рынок пероральный БФ, который представлен как виде оригинального препарата, так и в виде его первого качественного дженерика — отечественного препарата Резовива 150 мг (производство АО «Фарм-Синтез», Россия).

Эффективность длительного перорального приема ибандроновой кислоты в дозе 150 мг 1 раз в месяц у женщин с ПМО оценивалась в 5-летнем расширенном исследовании Monthly Oral iBandronate In LadiEs Long-Term Extensionstudy (MOBILE-LTE) [45], в которое были включены пациенты с ПМО, принимавшие ибандронат перорально в течение 5 лет в дозировке 100 мг ( $n = 358$ ) или 150 мг перорально ежемесячно ( $n = 361$ ). В объединенном 5-летнем анализе у пациентов, принимавших ибандронат в дозе 150 мг 1 раз в месяц, МПК в позвоночнике увеличилась относительно исходного уровня на 8,4 % (95 % ДИ 7,5–9,4). Среднее повышение МПК в позвоночнике на 3, 4 и 5-м годах лечения у пациенток, принимавших 150 мг ибандроната ежемесячно, было значительным и составило 1,3, 1,8 и 2 % соответственно (рис. 1) [45, 46].

На фоне приема ибандроната в дозе 150 мг 1 раз в месяц через 1, 2 и 3 года лечения МПК бедра увеличилась на 4,1 % (95 % ДИ 3,5–4,7) и через 5 лет была выше на 3,5 % по сравнению с исходным уровнем (рис. 2) [45, 46].

В целом в исследовании MOBILE было продемонстрировано, что дозировка ибандроновой кислоты 150 мг для ежемесячного приема значительно превосходит по эффективности ежедневную пероральную форму ибандроната 2,5 мг по степени прироста МПК в позвоночнике [46, 47].

Метаанализ клинических исследований III фазы по ибандроновой кислоте [48] показал, что применение фармакологических форм ибандроната, применяемых в клинической практике 150 мг перорально 1 раз в месяц и 3 мг внутривенно 1 раз в 3 месяца, ассоциируется с более низкой частотой переломов по сравнению с ежедневным приемом ибандроната в дозе 2,5 мг — дозиров-



**Рис. 1.** Влияние 5-летнего перорального приема ибандроновой кислоты в дозе 150 мг 1 раз в месяц на МПК позвоночника у женщин с постменопаузальным остеопорозом (адаптировано из Miller P.D. et al., 2005, 2012 [45, 46])

**Fig. 1.** Effect of 5 years of oral administration of ibandronic acid at a dose of 150 mg once a month on spinal BMD in women with postmenopausal osteoporosis (adapted from Miller P.D. et al., 2005, 2012 [45, 46])

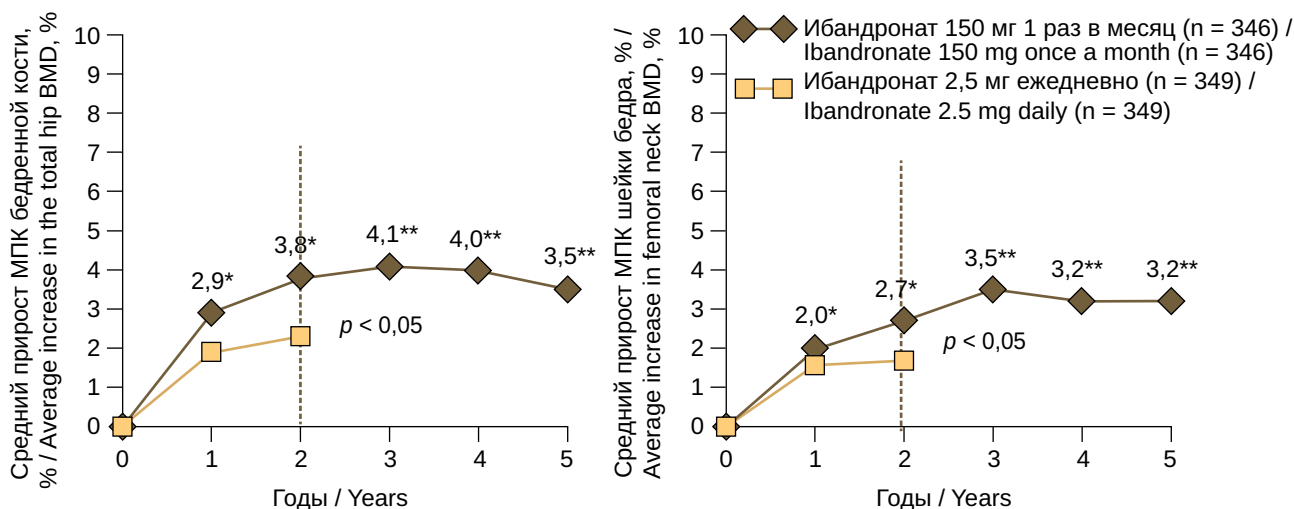
**Примечание:** Приведен ИТТ-анализ исследования MOBILE-LTE; \* —  $p < 0,05$  в сравнении с исходным уровнем; \*\* — 95 % ДИ по сравнению с уровнем через 2 года лечения.

**Note:** ITT analysis of the MOBILE-LTE study is provided; \* —  $p < 0.05$  compared with baseline; \*\* — 95 % CI compared with level after 2 years of treatment.

кой, которая изучалась в клинических исследованиях, но не зарегистрирована для применения в реальной клинической практике [48].

Важную информацию об эффективности и потенциальной пользе разных видов терапии ПМО позволяют

получить данные, собранные из обширных медицинских баз данных, куда вносятся результаты лечения пациентов в реальной клинической практике. Исследование eValuation of Ibandronate Efficacy (VIBE) [49] представляло собой 12-месячное наблюдательное исследова-



**Рис. 2.** Влияние 5-летнего перорального приема ибандроновой кислоты в дозе 150 мг 1 раз в месяц на МПК бедренной кости у женщин с постменопаузальным остеопорозом (адаптировано из Miller P.D. et al., 2005, 2012 [45, 46])

**Fig. 2.** Effect of 5 years of oral ibandronic acid 150 mg once a month on femoral BMD in women with postmenopausal osteoporosis (adapted from Miller P.D. et al., 2005, 2012 [45, 46])

**Примечание:** Приведен ИТТ-анализ исследования MOBILE-LTE; \* —  $p < 0,05$  в сравнении с исходным уровнем; \*\* — 95 % ДИ по сравнению с уровнем через 2 года лечения.

**Note:** ITT analysis of the MOBILE-LTE study is provided; \* —  $p < 0.05$  compared with baseline; \*\* — 95 % CI compared with level after 2 years of treatment.



ние с использованием двух баз данных США и сравнением частоты остеопорозных переломов у более чем 64 000 пациентов, которые получали таблетированный ибандронат в дозе 150 мг ежемесячно, или таблетки алендроната 70 мг или ризедроната 35 мг еженедельно. Результаты исследования показали, что у пациентов, получавших терапию пероральным ибандронатом 150 мг ежемесячно, по сравнению с пациентами, принимавшими еженедельные пероральные БФ, частота любых клинических переломов была ниже на 18 % (OR = 0,82, 95 % ДИ 0,66–1,00,  $p = 0,056$ ), а частота переломов позвонков — ниже на 64 % (OR = 0,36, 95 % ДИ 0,18–0,75,  $p = 0,006$ ). Эффективность по снижению риска позвоночных переломов была сопоставимой на фоне приема всеми препаратами [49].

Таким образом, как клинические, так и пострегистрационные исследования продемонстрировали высокую эффективность пероральной формы ибандроновой кислоты 150 мг для приема 1 раз в месяц при ПМО как по снижению риска переломов, так и по увеличению МПК, в том числе при длительных сроках лечения — 5 лет.

### **Профиль безопасности и приверженности таблетированной формы ибандроновой кислоты 150 мг для приема 1 раз в месяц**

Прием пероральных БФ ассоциируется с повышенным риском осложнений со стороны желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), а их абсорбция и, следовательно, эффективность снижаются на фоне плохого соблюдения режима дозирования [11, 16]. Однако в большинстве исследований по оценке влияния пероральных БФ на частоту нежелательных явлений со стороны верхних отделов ЖКТ сообщалось о повышении риска подобных осложнений на фоне применения алендроната [22–24] или ризедроната [25]. При этом урежение перорального приема ибандроновой кислоты до 1 раза в месяц ассоциируется с хорошим профилем безопасности и низкой частотой осложнений со стороны верхних отделов ЖКТ.

В первом исследовании, в котором изучалась возможность редкого дозирования ибандроновой кислоты для лечения ПМО (в исследовании BONE) [19] сравнивалась переносимость ежедневного перорального ибандроната в дозе 2,5 мг, периодического приема в дозе 20 мг или плацебо. Не было выявлено существенных различий в частоте нежелательных явлений, прямо связанных с приемом ибандроната или плацебо, которая составила 20, 19 и 18 % в группах ежедневного, периодического приема ибандроната и плацебо соответственно. Частота серьезных побочных эффектов составила в группах 0,3, 0,7 и 0,3 % соответственно осложнений со стороны верхних отделов ЖКТ — 11,4, 9,0 и 9,0 % соответственно [19].

Miller P.D. и соавторы (2006) [46] сравнили переносимость перорального приема ибандроната в течение 12 месяцев в дозе 2,5 мг ежедневно и 150 мг 1 раз в месяц. Выявлено, что ежемесячный прием препарата в дозе 150 мг переносился так же хорошо, как и ежедневный прием в значительно меньшей разовой дозировке — 2,5 мг: частота любых нежелательных явлений, связанных с приемом препарата, составила 33,0 против 30,0 % соответственно, прекращения терапии по причине осложнений — 5,8 против 7,3 % соответственно, любых серьезных нежелательных явлений, связанных с приемом

препарата, — 0,0 против 0,3 % соответственно, осложненный со стороны верхних отделов ЖКТ — 17 против 18 % соответственно. Однако у пациентов, у которых в анамнезе были заболевания верхних отделов ЖКТ, частота нежелательных явлений была значительно ниже при пероральном приеме ибандроновой кислоты в дозе 150 мг 1 раз в месяц (20 %) на фоне ежедневного перорального приема препарата в дозе 2,5 мг (38 %) [46].

Анализ безопасности 5-летнего лечения ибандроновой кислотой в дозе 150 мг 1 раз в месяц не выявил каких-либо других значимых побочных эффектов. В том числе не сообщалось о неблагоприятном влиянии на функцию почек, случаях остеонекроза челюсти или атипичных переломов [45]. В исследовании MOTION переносимость высоких доз ибандроната перорально один раз в месяц была аналогична таковой при пероральном приеме алендроната один раз в неделю [47, 50].

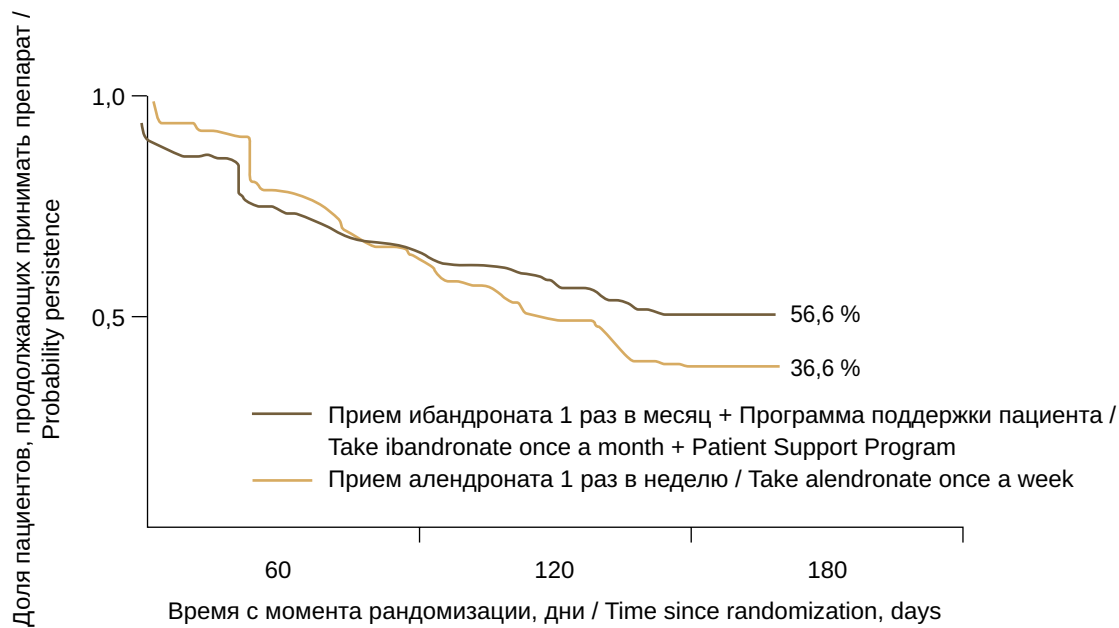
Урежение кратности дозирования пероральной формы ибандроната 150 мг до 1 раза в месяц и улучшение переносимости со стороны верхних отделов ЖКТ способствовали значительному повышению приверженности терапии пациентов с ПМО при приеме ибандроната по сравнению с БФ, принимаемыми еженедельно. Исследование PERSIST продемонстрировало, что упорство в лечении было значительно выше у пациентов, получавших ибандронат 1 раз в месяц по сравнению с принимавшими алендронат 1 раз в неделю — 56,6 % (306/541) и 38,6 % (198/513) соответственно ( $p < 0,0001$ ). То есть по сравнению с алендронатом при лечении ибандронатом наблюдается увеличение доли пациентов, продолжающих лечение, на 47 % (рис. 3). Доля пациентов, продолжающих лечение в конце исследования и пациентов, выбывших из исследования, также значительно отличалась в пользу ибандроната [51].

В 6-месячном проспективном рандомизированном открытом перекрестном многоцентровом исследовании BALTO, включившем 342 пациентки с ПМО, 66,1 % женщин по удобству лечения и переносимости предпочли режим приема ибандроната 1 раз в месяц приему алендроната 1 раз в неделю (выбрали лишь 26,5 %,  $p < 0,0001$ ) [52].

Таким образом, таблетированная форма ибандроновой кислоты 150 мг для приема 1 раз в месяц показала лучшие данные клинической эффективности и приверженности терапии и более низкую частоту нежелательных явлений со стороны верхних отделов ЖКТ по сравнению с ежедневным пероральным приемом в дозе 2,5 мг у пациенток с ПМО. Учитывая биоэквивалентность оригинальному препарату ибандроновой кислоты, вся доказательная база по эффективности и безопасности пероральной формы ибандроновой кислоты полностью применима к отечественному пероральному препарату Резовива 150 мг. Использование отечественных препаратов БФ решает вопрос доступности фармакологической терапии для пациентов ПМО в РФ.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

ПМО — широко распространенное заболевание, характеризующееся повышением хрупкости костной ткани и увеличением риска развития переломов при минимальной травме. Прием пероральных БФ ассоциируется с повышенным риском осложнений со стороны ЖКТ, а их абсорбция и, следовательно, эффективность



**Рис. 3.** Повышение приверженности терапии при приеме ибандроната 150 мг 1 раз в месяц по сравнению с приемом алендроната 1 раз в неделю: исследование PERSIST (адаптировано из Cooper A. et al., 2006 [51])

**Fig. 3.** Increased adherence with ibandronate 150 mg once a month compared with alendronate once a week: the PERSIST study (adapted from Cooper A. et al., 2006 [51])

снижаются на фоне плохого соблюдения режима дозирования. В связи с этим были разработаны уникальные фармакологические формы пероральных БФ с максимально редкой кратностью дозирования для повышения удобства и приверженности терапии пациентов с ПМО. Клинические и пострегистрационные исследования пероральной формы ибандроновой кислоты 150 мг для

приема 1 раз в месяц при ПМО продемонстрировали хорошую переносимость, удобство применения и высокую эффективность как по снижению риска переломов, так и по увеличению МПК, в том числе при длительных сроках лечения — 5 лет. Вопрос доступности фармакологической терапии для пациентов ПМО в РФ эффективно решает использование отечественных препаратов БФ.

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Марченкова Лариса Александровна**, доктор медицинских наук, главный научный сотрудник, заведующая отделом соматической реабилитации, репродуктивного здоровья и активного долголетия ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России. E-mail: marchenkova@nmicr.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1886-124X>

**Вклад автора.** Марченкова Л.А. — обзор и анализ публикаций по теме статьи, написание текста рукописи, проверка критически важного содержания, научная редакция текста рукописи.

**Источники финансирования.** Данная статья вышла в рамках спонсорской поддержки журнала со стороны закрытого акционерного общества «Фарм-Синтез» (Россия). Автор имел полную независимость в подготовке рукописи и в своем решении ее опубликовать согласно этическим и иным правилам журнала. **Конфликт интересов.** Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

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

#### ADDITIONAL INFORMATION

**Larisa A. Marchenkova**, Dr. Sci. (Med.), Chief Researcher, Head of the Department of Somatic Rehabilitation, Reproductive Health and Active Longevity, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russia. E-mail: marchenkova@nmicr.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1886-124X>

**Author Contributions.** Marchenkova L.A. — review and analysis of publications on the topic of the article, writing the text of the manuscript, checking critical content, scientific editing of the text of the manuscript.

**Funding.** This study was produced with the journal sponsorship from Closed Joint-Stock Company “Pharm-Sintez” (Russia). The author retained freedom over the manuscript preparation and their decision to publish, according to the ethical and other journal standards.

**Disclosure.** The author declares no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

**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. Белая Ж.Е., Рожинская Л.Я., Гребенникова Т.А. и др. Краткое изложение проекта федеральных клинических рекомендаций по остеопорозу. Остеопороз и остеопатии. 2020; 23(2): 4-21. <https://doi.org/10.14341/osteo12710> [Belaya Z.E., Rozhinskaya L.Y., Grebennikova T.A. et al. Summary of the draft federal clinical guidelines for osteoporosis. Osteoporosis and Bone Diseases. 2020; 23(2): 4–21. (In Russ.) <https://doi.org/10.14341/osteo12710> (In Russ.)]
2. Curtis E.M., Moon R.J., Harvey N.C., Cooper C. The impact of fragility fracture and approaches to osteoporosis risk assessment worldwide. Bone. 2017; 104: 29–38.
3. Меньшикова Л.В., Храмова Н.А., Ершова О.Б. и др. Ближайшие и отдаленные исходы переломов проксимального отдела бедра у лиц пожилого возраста и их медико-социальные последствия (по данным многоцентрового исследования). Остеопороз и остеопатии. 2002; 1: 8–11. [Menshikova L.V., Khrantsova N.A., Ershova O.B. et al. Immediate and distant outcomes of proximal femur fractures in the elderly and their medical and social consequences (according to multicenter study). Osteoporosis and Bone Diseases. 2002; 1: 8–11. (In Russ.)]
4. Lesnyak O., Ershova O., Belova K. et al. Epidemiology of fracture in the Russian Federation and the development of a FRAX model. Archives of Osteoporosis. 2012; 7: 67–73.
5. Марченкова Л.А., Макарова Е.В., Герасименко М.Ю., Васильева В.А. и др. Эффективность нового комплекса физической реабилитации с включением технологий механотерапии в улучшении показателей качества жизни пациентов с компрессионными переломами позвонков на фоне остеопороза. Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2020; 19(1); 51–58. <https://doi.org/10.17816/1681-3456-2020-19-1-8> [Marchenkova L.A., Makarova E.V., Gerasimenko M.Y. et al. The effectiveness of a new complex of physical rehabilitation with the inclusion of mechanotherapy technologies in improving quality of life in patients with osteoporotic vertebral fractures. Russian Journal of Physiotherapy, Balneology and Rehabilitation. 2020; 19(1); 51–58. <https://doi.org/10.17816/1681-3456-2020-19-1-8> (In Russ.)]
6. Jacobs E., McCrum C., Senden R. et al. Gait in patients with symptomatic osteoporotic vertebral compression fractures over 6 months of recovery. Aging Clinical and Experimental Research. 2020; 32: 239–246. <https://doi.org/10.1007/s40520-019-01203-9>
7. Ucurum S.G., Altas E.U., Kaya D.O. Comparison of the spinal characteristics, postural stability and quality of life in women with and without osteoporosis. Journal of Orthopaedic Science. 2020; 25(6): 960–965. <https://doi.org/10.1016/j.jos.2019.12.015>
8. Марченкова Л.А., Макарова Е.В., Герасименко М.Ю., Евстигнеева И.С. Оценка риска остеопоротических переломов и распространенности остеопороза у пациентов в возрасте 50 лет и старше, проходящих медицинскую реабилитацию. Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2020; 19(1): 13–19. <https://doi.org/10.17816/1681-3456-2020-19-1-2> [Marchenkova L.A., Makarova E.V., Gerasimenko M.Y., Evstigneeva I.S. Assessment of osteoporotic fractures risk and osteoporosis prevalence among patients over 50 years old undergoing medical rehabilitation. Russian Journal of Physiotherapy, Balneology and Rehabilitation. 2020; 19(1): 13–19. <https://doi.org/10.17816/1681-3456-2020-19-1-2> (In Russ.)]
9. Shibasaki K., Asahi T., Kuribayashi M. et al. Potential prescribing omissions of anti-osteoporosis drugs is associated with rehabilitation outcomes after fragility fracture: Retrospective cohort study. Geriatrics and Gerontology International. 2021; 21(5): 386–391.
10. Cole Z, Dennison E, Cooper C. Update on the treatment of post-menopausal osteoporosis. British Medical Bulletin. 2008; 86(1): 129–143. <https://doi.org/10.1093/bmb/ldn017>
11. Watts N.B., Diab D.L. Long-term use of bisphosphonates in osteoporosis. Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism. 2010; 95(4): 1555–1565. <https://doi.org/10.1210/jc.2009-1947>
12. Russell R.G. Bisphosphonates: mode of action and pharmacology. Paediatrics. 2007; 119(2): 150–162. <https://doi.org/10.1542/peds.2006-2023H>
13. Nancollas G.H., Tang R., Phipps R.J. et al. Novel insights into actions of bisphosphonates on bone: differences in interactions with hydroxyapatite. Bone. 2006; 38(5): 617–627. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2005.05.003>
14. Lawson M.A., Xia Z., Barnett B.L. et al. Differences between bisphosphonates in binding affinities for hydroxyapatite. Journal of Biomedical Materials Research Part B Applied Biomaterials. 2010; 92(1): 149–155. <https://doi.org/10.1002/jbm.b.31500>
15. Inderjeeth CA, Chan K, Kwan K, Lai M. Time to onset of efficacy in fracture reduction with current anti-osteoporosis treatments. Journal of Bone and Mineral Metabolism. 2012; 30(5): 493–503. <https://doi.org/10.1007/s00774-012-0349-1>
16. Lee S., Glendenning P., Inderjeeth C.A. Efficacy, side effects and route of administration are more important than frequency of dosing of anti-osteoporosis treatments in determining patient adherence: a critical review of published articles from 1970 to 2009. Osteoporosis International. 2011; 22(3): 741–753. <https://doi.org/10.1007/s00198-010-1335-x>
17. Cramer J.A., Gold D.T., Silverman S.L., Lewiecki E.M. A systematic review of persistence and compliance with bisphosphonates for osteoporosis. Osteoporosis International. 2007; 18(8): 1023–1031. <https://doi.org/10.1007/s00198-006-0322-8>
18. Cramer J.A., Amonkar M.M., Hebborn A., Altman R. Compliance and persistence with bisphosphonate dosing regimens among women with postmenopausal osteoporosis. Current Medical Research and Opinion. 2005; 21(9): 1453–1460. <https://doi.org/10.1185/030079905X61875>
19. Chesnut C.H. 3<sup>rd</sup>, Skag A., Christiansen C. et al. Oral Ibandronate Osteoporosis Vertebral Fracture Trial in North America and Europe (BONE) Effects of oral ibandronate administered daily or intermittently on fracture risk in postmenopausal osteoporosis. Journal of Bone and Mineral Research. 2004; 19(8): 1241–1249. <https://doi.org/10.1359/JBMR.040325>
20. Simonelli C., Burke M.S. Less frequent dosing of bisphosphonates in osteoporosis: focus on ibandronate. Current Medical Research and Opinion. 2006; 22(6): 1101–1108. <https://doi.org/10.1185/030079906X104867>
21. Bauss F., Schimmer R.C. Ibandronate: the first once-monthly oral bisphosphonate for treatment of postmenopausal osteoporosis. Therapeutics and Clinical Risk Management. 2006; 2(1): 3–18.
22. De Geest S., Zullig L.L., Dunbar-Jacob J. et al. ESPACOMP medication adherence reporting guideline (EMERGE) Annals of Internal Medicine. 2018; 169: 30–35. <https://doi.org/10.7326/m18-0543>
23. Vrijens B., De Geest S., Hughes D.A. et al. A new taxonomy for describing and defining adherence to medications. British Journal of Clinical Pharmacology. 2012; 73: 691–705. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2125.2012.04167.x>
24. Thomasius F., Palacios S., Alam A. et al. Fracture rates and economic outcomes in patients with osteoporosis prescribed risedronate gastro-resistant versus other oral bisphosphonates: a claims data analysis. Osteoporosis International. 2022; 33: 217–228. <https://doi.org/10.1007/s00198-021-06108-w>
25. Fischer M.A., Stedman M.R., Lii J. et al. Primary medication non-adherence: analysis of 195,930 electronic prescriptions. Journal General International Medicine. 2010; 25: 284–290. <https://doi.org/10.1007/s11606-010-1253-9>
26. Harvey N.C., McCloskey E.V., Mitchell P.J. et al. Mind the (treatment) gap: a global perspective on current and future strategies for prevention of fragility fractures. Osteoporosis International. 2017; 28: 1507–1529. <https://doi.org/10.1007/s00198-016-3894-y>
27. Rabenda V., Vanoverloop J., Fabri V. et al. Low incidence of anti-osteoporosis treatment after hip fracture. The Journal of Bone and Joint Surgery. 2008; 90: 2142–2148. <https://doi.org/10.2106/jbjs.G.00864>
28. Lin J.H. Bisphosphonates: a review of their pharmacokinetic properties. Bone. 1996; 18: 75–85. [https://doi.org/10.1016/8756-3282\(95\)00445-9](https://doi.org/10.1016/8756-3282(95)00445-9)

29. Pazianas M., Abrahamsen B., Ferrari S. et al. Eliminating the need for fasting with oral administration of bisphosphonates. *Therapeutics and Clinical Risk Management*. 2013; 9: 395–402. <https://doi.org/10.2147/tcrm.S52291>
30. Vytrisalova M., Tuskova T., Ladova K. et al. Adherence to oral bisphosphonates: 30 more minutes in dosing instructions matter. *Climacteric*. 2015; 18: 608–616. <https://doi.org/10.3109/13697137.2014.995164>
31. Blaschke T.F., Osterberg L., Vrijens B. et al. Adherence to medications: insights arising from studies on the unreliable link between prescribed and actual drug dosing histories. *Annual Review of Pharmacology and Toxicology*. 2012; 52: 275–301. <https://doi.org/10.1146/annurev-pharmtox-011711-113247>
32. Марченкова Л.А., Древалъ А.В., Прохорова Е.А., Лосева В.А. Приверженность больных постменопаузальным остеопорозом комбинированной терапии алендронатом натрия и колекальциферолом и ее влияние на эффективность лечения. *Проблемы эндокринологии*. 2014; 60(4): 22–29. <https://doi.org/10.14341/probl201460422-29> [Marchenkova L.A., Dreval A.V., Prokhorova E.A., Loseva V.A. The adherence of postmenopausal osteoporosis patients to therapy with combination medication contains alendronic acid and colecalciferol and its impact on the effectiveness of treatment. *Problems of Endocrinology*. 2014; 60(4): 22–29. <https://doi.org/10.14341/probl201460422-29> (In Russ.)]
33. Fatoye F., Smith P., Gebrye T. et al. Real-world persistence and adherence with oral bisphosphonates for osteoporosis: a systematic review. *BMJ Open*. 2019; 9: e027049 <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-027049>
34. Fardellone P., Lello S., Cano A. et al. Real-world adherence and persistence with bisphosphonate therapy in postmenopausal women: a systematic review. *Clinical Therapeutics*. 2019; 41: 1576–1588. <https://doi.org/10.1016/j.clinthera.2019.05.001>
35. Lee H., Lee S., Kim D. et al. Effect of dosing interval on compliance of osteoporosis patients on bisphosphonate therapy: observational study using nationwide insurance claims data. *Journal of Clinical Medicine*. 2021. <https://doi.org/10.3390/jcm10194350>
36. Hilgsmann M., Reginster J.Y. Cost-effectiveness of gastro-resistant risedronate tablets for the treatment of postmenopausal women with osteoporosis in France. *Osteoporosis International*. 2019; 30: 649–658. <https://doi.org/10.1007/s00198-018-04821-7>
37. Adachi J., Lynch N., Middelhoven H. et al. The association between compliance and persistence with bisphosphonate therapy and fracture risk: a review. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2007; 8: 97. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-8-97>
38. Siris E.S., Fan C.S., Yang X. et al. Association between gastrointestinal events and compliance with osteoporosis therapy. *Bone Report*. 2016; 4: 5–10. <https://doi.org/10.1016/j.bonr.2015.10.006>
39. Weycker D., Li X., Barron R. et al. Hospitalizations for osteoporosis-related fractures: Economic costs and clinical outcomes. *Bone Report*. 2016; 5: 186–191. <https://doi.org/10.1016/j.bonr.2016.07.005>
40. Cutler R.L., Fernandez-Llimos F., Frommer M. et al. Economic impact of medication non-adherence by disease groups: a systematic review. *BMJ Open*. 2018; 8: e016982. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-016982>
41. Fuggle N., Al-Daghri N., Bock O. et al. Novel formulations of oral bisphosphonates in the treatment of osteoporosis. *Aging Clinical and Experimental Research*. 2022; 34(11): 2625–2634. <https://doi.org/10.1007/s40520-022-02272-z>
42. Hilgsmann M., Cornelissen D., Vrijens B. et al. Determinants, consequences and potential solutions to poor adherence to anti-osteoporosis treatment: results of an expert group meeting organized by the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases (ESCEO) and the International Osteoporosis Foundation (IOF). *Osteoporosis International*. 2019; 30: 2155–2165. <https://doi.org/10.1007/s00198-019-05104-5>
43. Parsons C.M., Harvey N., Shepstone L. et al. Systematic screening using FRAX(®) leads to increased use of, and adherence to, anti-osteoporosis medications: an analysis of the UK SCOOP trial. *Osteoporosis International*. 2020; 31: 67–75. <https://doi.org/10.1007/s00198-019-05142-z>
44. Cornelissen D., S de Kunder, Si L. et al. Interventions to improve adherence to anti-osteoporosis medications: an updated systematic review. *Osteoporosis International*. 2020; 31: 1645–1669. <https://doi.org/10.1007/s00198-020-05378-0>
45. Miller P.D., Recker R.R., Reginster J.Y. et al. Efficacy of monthly oral ibandronate sustained over 5 years: the MOBILE long-term extension study. *Osteoporosis International*. 2012; 23(6): 1747–1756.
46. Miller P.D., McClung M.R., Macovei L. et al. Monthly oral ibandronate therapy in postmenopausal osteoporosis: 1-year results from the MOBILE study. *Journal of bone and mineral research*. 2005; 20(8): 1315–1322.
47. Miller P.D., Epstein S., Sedarati F., Reginster J.Y. Once-monthly oral ibandronate compared with weekly oral alendronate in postmenopausal osteoporosis: results from the head-to-head MOTION study. *Current Medical Research and Opinion*. 2008; 24(1): 207–213. <https://doi.org/10.1185/030079908X253889>
48. Harris S.T., Blumentals W.A., Miller P.D. Ibandronate and the risk of non-vertebral and clinical fractures in women with postmenopausal osteoporosis: results of a meta-analysis of phase III studies. *Current Medical Research and Opinion*. 2008; 24(1): 237–245. <https://doi.org/10.1185/030079908X253717>
49. Harris S.T., Reginster J.Y., Harley C. et al. Risk of fracture in women treated with monthly oral ibandronate or weekly bisphosphonates: the eValuation of Ibandronate Efficacy (VIBE) database fracture study. *Bone*. 2009; 44(5): 758–765. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2009.01.002>
50. Emkey R., Delmas P.D., Bolognese M. et al. Efficacy and tolerability of once-monthly oral ibandronate (150 mg) and once-weekly oral alendronate (70 mg): additional results from the Monthly Oral Therapy With Ibandronate For Osteoporosis Intervention (MOTION) study. *Clinical Therapeutics*; 2009; 31(4): 751–761. <https://doi.org/10.1016/j.clinthera.2009.04.018>
51. Cooper A., Drake J., Brankin E. PERSIST Investigators. Treatment persistence with once-monthly ibandronate and patient support vs. once-weekly alendronate: results from the PERSIST study. *International Journal of Clinical Practice*. 2006; 60(8): 896–905. <https://doi.org/10.1111/j.1742-1241.2006.01059.x>
52. Emkey R., Koltun W., Beusterien K. et al. Patient preference for once-monthly ibandronate versus once-weekly alendronate in a randomized, open-label, cross-over trial: the Boniva Alendronate Trial in Osteoporosis (BALTO). *Current Medical Research and Opinion*. 2005; 21(12): 1895–1903. <http://dx.doi.org/10.1097/00006250-200604001-00056>



Обзорная статья / Review

УДК: 616.8-07

DOI: <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-138-149>

## Методы диагностики и прогнозирования нарушения функции диафрагмы в восстановительном периоде инсульта.

### Обзор литературы

Мельникова Е.А.<sup>1</sup>, Старкова Е.Ю.<sup>1,\*</sup>, Владимирова Н.Н.<sup>2</sup>, Цветкова Е.М.<sup>1,2</sup>,  
Литау В.Ю.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского», Москва, Россия

<sup>2</sup> ФГБУ «Центральная клиническая больница с поликлиникой» УДП РФ, Москва, Россия

#### РЕЗЮМЕ

**ВВЕДЕНИЕ.** Диафрагма не только является главной дыхательной мышцей человека, она также играет важную роль в поддержании внутрибрюшного давления, баланса, моторной функции верхней конечности, глотания, речи. У пациентов с церебральным инсультом функция диафрагмы может нарушаться на стороне гемипареза более чем в половине случаев, влияя негативно на весь восстановительный процесс. Однако умеренно выраженные клинические проявления одностороннего поражения диафрагмы требуют специальных методов обследования для постановки диагноза и планирования соответствующих реабилитационных мероприятий.

**ЦЕЛЬ.** Анализ предикторов и сравнение методов диагностики дисфункции диафрагмы у пациентов с гемипарезом в восстановительном периоде инсульта для повышения качества постановки реабилитационного диагноза и эффективности дальнейших реабилитационных мероприятий.

**ОБСУЖДЕНИЕ.** Представлен анализ публикаций за последние пять лет, приведены анатомические и физиологические особенности диафрагмы, проведено сравнение физикальных и инструментальных методов исследования функции диафрагмы. Дана оценка диагностических методов с точки зрения точности, доступности и возможности использования для динамического наблюдения пациентов. Представлены основные значения нормальных показателей функции диафрагмы и их уровень при односторонней дисфункции. Обозначены предикторы нарушения функции диафрагмы у пациентов с гемипарезом в результате инсульта.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Своевременная диагностика дисфункции диафрагмы позволит точно определить реабилитационные задачи в восстановительном периоде инсульта и подобрать оптимальное лечение для достижения максимальной эффективности реабилитационных мероприятий. Информация адресована в первую очередь специалистам, работающим в реабилитации. Поиск произведен по базам PubMed, РИНЦ.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** дисфункция диафрагмы, инсульт, восстановительный период инсульта, гемипарез, ультразвуковое исследование диафрагмы.

**Для цитирования / For citation:** Мельникова Е.А., Старкова Е.Ю., Владимирова Н.Н., Цветкова Е.М., Литау В.Ю. Методы диагностики и прогнозирования нарушения функции диафрагмы в восстановительном периоде инсульта. Обзор литературы. Вестник восстановительной медицины. 2023; 22(4):138-149. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-138-149> [Melnikova E.A., Starkova E.Y., Vladimirova N.N., Tsvetkova E.M., Litau V.Y. Methods for Diagnosing and Predicting Diaphragm Dysfunction in the Recovery Period of a Stroke: a Narrative Review. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(4):138-149. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-138-149> (In Russ.)]

\* Для корреспонденции: Старкова Елена Юрьевна, E-mail: [elena.starkova@inbox.ru](mailto:elena.starkova@inbox.ru)

Статья получена: 04.05.2023

Статья принята к печати: 14.07.2023

Статья опубликована: 31.08.2023

# Methods for Diagnosing and Predicting Diaphragm Dysfunction in the Recovery Period of a Stroke: a Narrative Review

Ekaterina A. Melnikova<sup>1</sup>, Elena Yu. Starkova<sup>1,\*</sup>, Nadezhda N. Vladimirova<sup>2</sup>, Evgeniya M. Tsvetkova<sup>1,2</sup>, Vladislav Yu. Litau<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Moscow Regional Scientific Research Clinical Institute named after M.F. Vladimirsky, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Central Clinical Hospital with Polyclinics of Administration of President of the Russian Federation, Moscow, Russia

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** Diaphragm is not only the main human respiratory muscle, it also plays an important role in maintaining intra-abdominal pressure, balance, upper limb motor function, swallowing and speech. In patients with cerebral stroke, the function of the diaphragm can be impaired on the side of hemiparesis in more than half of the cases and may negatively affect the entire recovery process. Moderate clinical manifestations of unilateral diaphragm dysfunction require special examination methods for diagnosis and planning of appropriate rehabilitation measures.

**AIM.** To analyze the predictors and compare of methods for diagnosing diaphragm dysfunction in patients with hemiparesis during the recovery period of stroke to improve the quality of the rehabilitation diagnosis and the effectiveness of further rehabilitation process.

**DISCUSSION.** An analysis of publications over the past five years was done. Anatomical and physiological aspects of the diaphragm are identified, and a comparison of manual and instrumental methods for the diaphragm function evaluation are presented. An assessment of diagnostic methods is given in terms of accuracy, accessibility and possibility of use for dynamic monitoring of patients. The main values of normal indicators of diaphragm function and their level in case of unilateral dysfunction are presented. Predictors of diaphragm dysfunction in patients with hemiparesis as a result of stroke are identified.

**CONCLUSION.** Timely diagnosis of diaphragm dysfunction will ensure the appropriate rehabilitation goal setting during the recovery period of a stroke and will help to optimize the interventions and increase the effectiveness of rehabilitation process. The information is addressed primarily to specialists working in rehabilitation. The search was carried out using the Pubmed and RSCI databases.

**KEYWORDS:** diaphragm dysfunction, stroke, stroke recovery period, hemiparesis, diaphragm ultrasound examination.

**For citation:** Melnikova E.A., Starkova E.Y., Vladimirova N.N., Tsvetkova E.M., Litau V.Y. Methods for Diagnosing and Predicting Diaphragm Dysfunction in the Recovery Period of a Stroke: a Narrative Review. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(4):138-149. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-138-149> (In Russ.).

**For correspondence:** Elena Yu. Starkova, E-mail: elena.starkova@inbox.ru

**Received:** 04.05.2023

**Accepted:** 14.07.2023

**Published:** 31.08.2023

## ВВЕДЕНИЕ

Восстановление функций конечностей, пострального контроля и ходьбы входят в число первоочередных задач медицинской реабилитации после инсульта. Двигательные нарушения встречаются у 70–90 % пациентов в остром периоде инсульта, сохраняясь в 40–50 % случаях на срок свыше 6–12 месяцев [1]. Нарушения могут сохраняться у пациента годами, нарушая его повседневную активность. До 50 % пациентов впоследствии не могут достичь полной независимости [2]. Данные нарушения непосредственно связаны с морфологическими характеристиками скелетных мышц, таких как объем мышечной ткани, функциями силы и тонуса, уровнем активности в виде сократительной способности и выносливости [3]. Гораздо реже в реабилитационном диагнозе пациентов с инсультом специалисты оценивают нарушение функций диафрагмы (Код b4451 — «Функции диафрагмы» Международной классификации функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья (МКФ)) [4], хотя данное осложнение встречается у 51,7 % пациентов

в остром периоде инсульта [5] и в 46,7 % в восстановительном периоде [6]. Основной причиной недооценки данной дисфункции является малосимптомное течение одностороннего паралича диафрагмы при гемипарезе, а также его неспецифические проявления [7, 8]. Хотя данное нарушение оказывает негативное влияние на функции дыхания, баланса и восстановление функций мышц конечностей.

Диафрагма является главной дыхательной мышцей, обеспечивающей глубину и интенсивность вдоха и выдоха. Описаны дыхательные нарушения у пациентов с инсультом, связанные с дисфункцией диафрагмы [5]. Более того, диафрагма играет важную роль в поддержании внутрибрюшного давления, статического и динамического баланса, участвует в двигательных синергиях с мышцами плечевого пояса и верхней конечности согласно теории анатомических поездов Томаса Майерса [9].

Наиболее глубоко изучено нарушение функции диафрагмы у пациентов, находящихся длительно на искусственной вентиляции легких, или возникшее вследствие

осложнений кардиохирургических вмешательств, таких как повреждение диафрагмального нерва. Для таких пациентов разработаны алгоритмы обследования и лечения. Однако не все методы обследования, применимые в условиях реанимационного отделения, подходят для реабилитации, к тому же пациенты в восстановительном периоде инсульта имеют определенные особенности.

Для оценки структуры и функции диафрагмы используются лучевые методы исследования (рентгеноскопия, компьютерная томография (КТ)), магнитно-резонансная томография (МРТ), ультразвуковое исследование (УЗИ), определение трансдиафрагмального давления [10], электромиография, инструментальные методы оценки функции внешнего дыхания, шкалы и тесты для оценки баланса [11–13]. На сегодняшний день нет единого алгоритма обследования реабилитационного пациента с целью выявления нарушения двигательной или сократительной функции диафрагмы (изменение экскурсии и утолщения мышцы в разные фазы дыхательного цикла). А с учетом ее глубокого расположения и сложностей визуализации количество неинвазивных и безопасных методов обследования ограничено. Целенаправленная оценка и коррекция функции диафрагмы при ее нарушении может повысить эффективность реабилитационных мероприятий, направленных на восстановление дыхательной функции, баланса и моторной функции верхней конечности [6].

## ЦЕЛЬ

Обзор и сравнение современных методов диагностики дисфункции диафрагмы у пациентов с гемипарезом в восстановительном периоде инсульта для повышения качества постановки реабилитационного диагноза и эффективности реабилитационных мероприятий.

## ОБСУЖДЕНИЕ

### 1. Диафрагма: строение, иннервация, функции

Диафрагма является куполообразной мышцей, разделяющей грудную и брюшную полости. Это самая крупная мышца в организме человека с точки зрения площади поверхности. Анатомически она состоит из трех частей: грудинной, берущей начало от задней части мечевидного отростка; реберной, начинающейся от внутренних поверхностей нижних ребер; поясничной, состоящей из правой и левой ножек, прикрепляющихся соответственно к передней поверхности трех ( $L_1-L_3$ ) и двух ( $L_1-L_2$ ) верхних поясничных позвонков. Медиальный край двух ножек образует сухожильную дугу, пересекающую переднюю часть аорты, называемую срединной дугообразной связкой. Все три части направляются медиально, образуя сухожильный центр диафрагмы.

По строению диафрагма относится к скелетным мышцам и состоит преимущественно из устойчивых к утомлению медленных мышечных волокон I типа и быстрых мышечных волокон II типа. Именно эти волокна диафрагмы наиболее активны (рабочий цикл ~ 40%), они обеспечивают выполнение автоматического цикла дыхания. Мышечные волокна типа IIx/IIb, входящие в состав диафрагмы в меньшем количестве, задействуются только при произвольных движениях с усилием (рабочий цикл < 1%) [14].

Во время вдоха укорочение мышечных волокон диафрагмы приводит к опусканию купола диафрагмы вниз,

снижению внутриплеврального давления, расправлению легких и повышению внутрибрюшного давления. Сила, создаваемая диафрагмой, количественно определяется трансдиафрагмальным давлением (Pdi), которое представляет собой градиент давления, создаваемый между грудной и брюшной полостями во время сокращения диафрагмы [15].

Мышечная (средняя) часть диафрагмы покрыта с двух сторон фасцией, образующей многочисленные связки с близлежащими структурами и органами, а также обеспечивающей синергетическую связь с мышцами верхней конечности, груди, живота, и поясницы. Поверх фасции со стороны грудной полости к диафрагме прилегает плевра, а со стороны брюшной полости — брюшина. Рецепторы серозных оболочек, а также легких и самой диафрагмы передают импульсы через афферентные волокна аксонов диафрагмальных нервов к диафрагмальному двигательному ядру, расположенному в медиальной части вентральных рогов  $C_3-C_5$ . Оттуда по эфферентным волокнам диафрагмального нерва импульс передается на мышечную часть диафрагмы. Эта двигательная система помогает поддерживать дыхание на протяжении всей жизни, а также способствует поддержанию таких важных функций, как баланс, кашель, глотание и речь [16]. Постуральная функция диафрагмы не зависит от ее дыхательной активности и не снижается при увеличении напряжения мышц живота [17].

Повышение внутрибрюшного давления при сокращении диафрагмы укрепляет поясничный отдел позвоночника и стабилизирует его при произвольных движениях туловища и конечностей благодаря синергии диафрагмы с большой поясничной мышцей, квадратной мышцей поясницы и мышцами брюшного пресса. При сокращении нижних конечностей диафрагма не расслабляется полностью и остается в тоническом напряжении, поддерживая баланс тела [18].

### 2. Нарушение функции диафрагмы при инсульте

Нарушения функции диафрагмы в виде снижения сократительной способности и экскурсии во время дыхания на стороне гемипареза наблюдались в исследованиях в острую фазу инсульта у 51,7% [5], а в восстановительном периоде у 46,7% [6] пациентов. Дисфункция диафрагмы обусловлена вовлечением корково-диафрагмальных путей, а выраженность диафрагмальных расстройств дыхания коррелирует с выраженностью двигательных (пирамидных) нарушений [6]. На стороне гемипареза происходит уплощение и смещение купола диафрагмы, снижается экскурсия диафрагмы и диафрагмальное давление на вдохе и выдохе, что приводит к нарушению физиологического процесса дыхания. В острейшем периоде инсульта также может уменьшаться экскурсия и здоровой половины диафрагмы [19].

Двусторонний паралич диафрагмы при инсульте встречается редко и сопровождается выраженной клинической картиной дыхательной недостаточности, что облегчает постановку диагноза. Эвентрация диафрагмы чаще всего является врожденным дефектом либо вызывается повреждением диафрагмального нерва в результате осложнений хирургических вмешательств [18]. В доступных источниках у пациентов с инсультом не описана.



Наиболее частым клиническим проявлением дисфункции диафрагмы является дыхательная недостаточность. Вклад диафрагмы в дыхательный акт при спокойном дыхании, особенно в положении лежа на спине, достигает 70 % и более от общего объема дыхания [19]. Описаны случаи корреляции дисфункции диафрагмы с нарушением функции глотания [20], патологией вращательной манжеты плеча [21], нарушением постурального контроля [19].

### 3. Методы исследования функции диафрагмы

Для обследования функции диафрагмы применяются клинические (физикальные) и инструментальные методы обследования. Последние делятся на инвазивные и неинвазивные, визуализационные и измерительные. В основе всех методов, как правило, лежат измерения различных показателей диафрагмы (размеры, расстояния, давление, электрическая активность) в разные фазы дыхательного цикла или тестов на равновесие и баланс.

#### 3.1. Физикальные методы обследования диафрагмы.

##### Тесты и шкалы

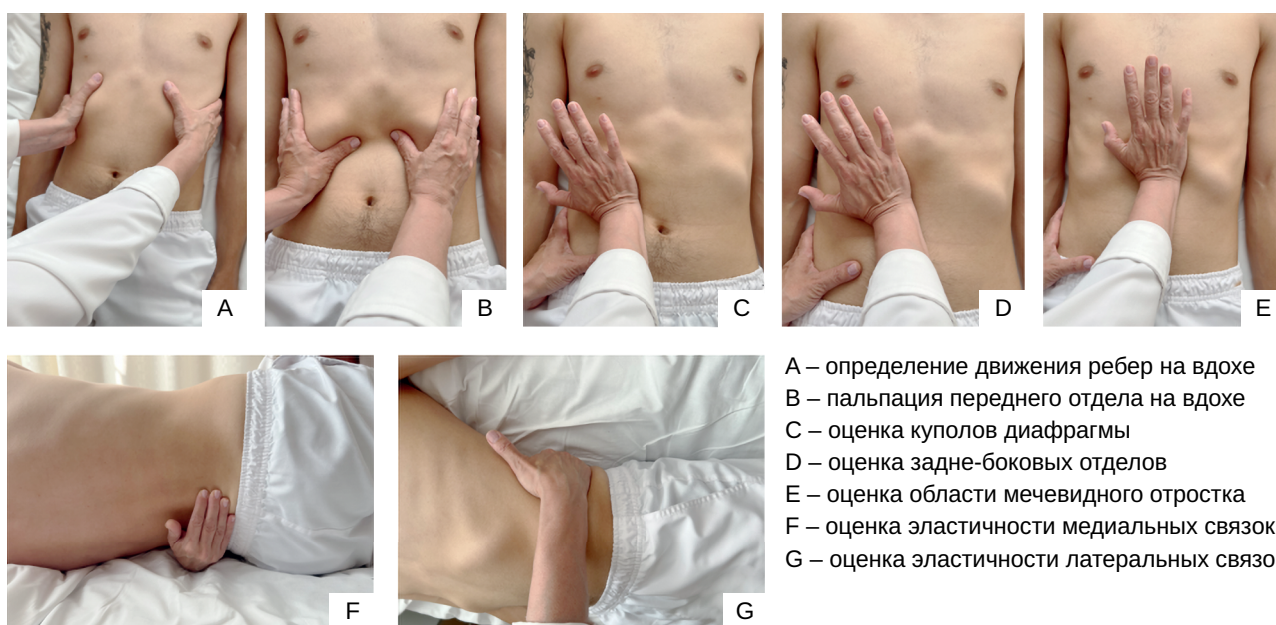
##### 3.1.1. Мануальная оценка диафрагмальной мышцы (Manual evaluation of diaphragm muscle — MED)

Техника, используемая мануальными и физическими терапевтами, позволяющая при помощи семи приемов определить эластичность и ригидность грудной клетки, диафрагмальных связок и экскурсию диафрагмы во время дыхания, обнаружить спазмированные, болезненные участки диафрагмы. Последовательно определяется реберная экскурсия (руки специалиста располагаются на боковых поверхностях грудной клетки), затем оцени-

вается экскурсия диафрагмы в передних, латеральных, заднелатеральных отделах, в области куполов и мечевидного отростка грудины (руки специалиста располагаются под реберной дугой, оценивая во время дыхания движение диафрагмы). Затем определяется эластичность медиальных (в межкостистых промежутках с Th 11–12 до L 3–4) и латеральных (используя натяжение 12-го ребра) связок. Каждый из параметров оценивается по шкале от 1 до 5 баллов по степени ограничения движения диафрагмы. Исследование проводится в положении пациента сидя и лежа, занимает немного времени, практически не имеет противопоказаний, что делает его безопасным для постинсультных пациентов и привлекательным для использования в реабилитационном процессе [22, 23] (рис. 1).

##### 3.1.2. Шкала баланса К. Берга (The Berg balance scale — BBS)

Шкала разработана специально для пациентов с церебральным инсультом, включает в себя 14 тестовых заданий из положения сидя и стоя. Каждое задание оценивается по 5-балльной шкале (от 0 до 4) в зависимости от полноты и времени выполнения. Таким образом, максимально возможный результат равен 56 баллам. Шкала широко используется для оценки риска падения (41–56 баллов соответствует низкому риску, 21–40 — среднему риску, ниже 20 баллов — высокому риску), а также для оценки эффективности реабилитационных мероприятий. Разница в 7–8 баллов может считаться существенным показателем улучшения функции баланса. Также отмечается корреляция результатов данной шка-



**Рис. 1.** Методика мануальной оценки диафрагмальной мышцы [22]

**Fig. 1.** Method for manual assessment of the diaphragmatic muscle [22]

**Примечание:** А — определение движения ребер на вдохе; В — пальпация переднего отдела на вдохе; С — оценка куполов диафрагмы; D — оценка заднебоковых отделов; E — оценка области мечевидного отростка; F — оценка эластичности медиальных связок; G — оценка эластичности латеральных связок.

**Note:** A — determining the movement of the ribs on inspiration; B — palpation of the anterior section on inspiration; C — assessment of domes of the diaphragm; D — evaluation of the posterior-lateral sections; E — assessment of the area of the xiphoid process; F — assessment of the elasticity of the medial ligaments; G — assessment of the elasticity of the lateral ligaments.



лы с нарушением функции диафрагмы, установленными другими методами [12].

### 3.1.3. Тест Фугла — Мейера (Fugl-Mayer assessment — FMA)

Инструмент для оценки неврологического дефицита у пациентов с постинсультным гемипарезом позволяет определять степень нарушения моторной функции (объем активных и пассивных, простых и сложных синергетических движений), рефлекторной активности, глубокой и поверхностной чувствительности, координации и болезненности. Оценка каждого параметра производится по 3-балльной шкале (от 0 до 2). Максимальное значение составляет 226 баллов (113 параметров). Инструмент хорошо зарекомендовал себя в нейрореабилитации, применяется специалистами в большинстве стран мира, включая Россию. Также отмечается положительная корреляция между результатом FMA и степенью дисфункции диафрагмы [13].

### 3.1.4. Диафрагмальный тест Бордони (Bordoni Diaphragm Test — BDT)

В основе данного теста лежит физиологическая реакция усиления мышц-стабилизаторов и улучшение координации при глубоком вдохе. Первая часть теста проводится в виде маршевой пробы Фукуда (Fukuda step test — FST) с небольшой адаптацией теста. Для безопасности пациента его руки располагаются на бедрах или опущены, а не вытянуты вперед, как при классическом тесте. Пациенту предлагается с закрытыми глазами совершить 50–60 шагов на месте, высоко поднимая бедра. Результат теста оценивается по углу отклонения пациента от первоначального

положения. Вторая попытка проводится с добавлением глубокого вдоха в момент сгибания бедра. Достаточно сделать 2–4 вдоха, чтобы активизировать диафрагму и более интенсивно простимулировать вестибулярные центры и мозжечок, что улучшает результат по сравнению с первой пробой. Если этого не происходит, можно констатировать дисфункцию диафрагмы. Во второй части теста к вышеописанным действиям тестируемого добавляется участие специалиста, который в момент подъема бедра оказывает давление на него рукой сверху, усложняя задачу тестируемому. Тест может быть использован как индикатор наличия или отсутствия дисфункции диафрагмы и только у пациентов, не имеющих нейромоторных или когнитивных ограничений для его выполнения [11] (рис. 2).

Простота и безопасность физикальных методов обследования (реабилитационных шкал и тестов) пациента делает их незаменимыми в практике реабилитолога и позволяет заподозрить или диагностировать нарушение функции диафрагмы уже на первом этапе обследования.

### 3.2. Инструментальные визуализационные методы обследования диафрагмы

Для определения расположения, формы, размеров и наличия дефектов диафрагмы используются статические методы визуализации, такие как рентгенография, компьютерная томография (КТ) и магнитно-резонансная томография (МРТ). Для оценки экскурсии и изменения толщины диафрагмы в разные фазы вдоха и выдоха применяют динамические методы, такие как рентгеноскопия и ультразвуковое исследование (УЗИ) [18].



A



B

Рис. 2. Диафрагмальный тест Бордони [11]

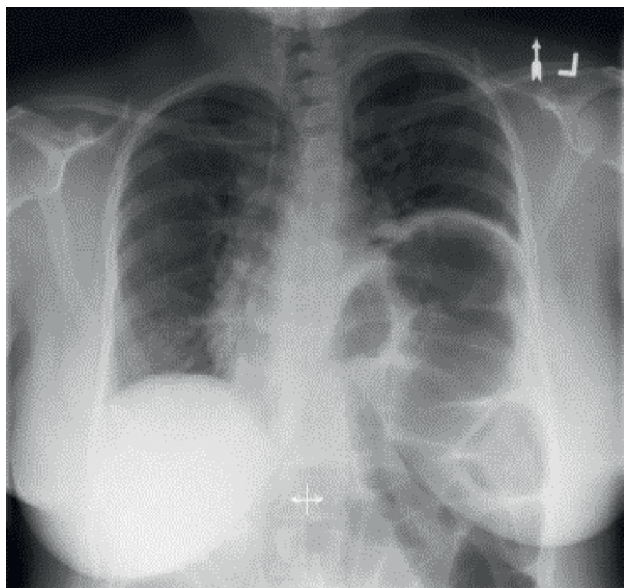
Fig. 2. Bordoni Diaphragm Test [11]

Примечание: А — первый этап теста; В — второй этап теста.

Note: A — the first stage of the test; B — the second stage of the test.

### 3.2.1. Рентгеноскопия и Sniff-тест

Рентгеноскопия во время глубокого дыхания позволяет оценить расположение и экскурсию диафрагмы. Проведение так называемого sniff-теста (резкий вдох через нос с имитацией нюхательного движения) является традиционной методологией, используемой для диагностики одностороннего паралича диафрагмы. Во время нюхательного маневра у пациентов с односторонним параличом диафрагмы здоровая половина диафрагмы опускается, в то время как пораженная половина совершает парадоксальное движение вверх. При подъеме половины диафрагмы на резком вдохе на 2 см и более тест считается положительным. Однако данный тест имеет ряд ограничений: он не очень специфичен (у 6 % здоровых людей тест положителен), более того, в 20 % случаев тест положителен при двустороннем поражении диафрагмы. У пациентов с двусторонней слабостью диафрагмы тест также может быть ложноотрицательным за счет расслабления мышц брюшной стенки в начале вдоха. В этом случае диафрагма опускается за счет смещения передней брюшной стенки наружу [23, 24] (рис. 3).



**Рис. 3.** Рентгенограмма грудной клетки в прямой проекции больного с хроническим подъемом левой половины диафрагмы неизвестной этиологии [23]

**Fig. 3.** Posterior-anterior projection upright chest radiograph of the patient with chronic left hemidiaphragm elevation from unknown etiology [23]

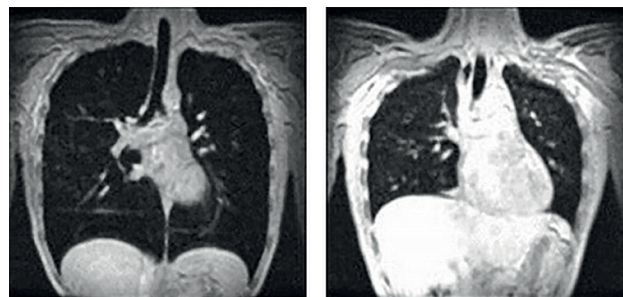
### 3.2.2. Компьютерная томография (КТ)

КТ не играет существенную роль в диагностике дисфункции диафрагмы, поскольку требует статичного положения пациента лежа на спине, а различные усилия на вдохе могут значительно изменить видимое положение диафрагмы. Основная роль КТ заключается в выявлении или исключении распространенных причин паралича диафрагмального нерва, особенно компрессионной или инфильтративной патологии в области шеи или грудной клетки. Некоторое время назад возлагались надежды на спиральную КТ, которая в ряде исследований была использована для расчета объема диафрагмы [18]. Данный параметр мог бы указать на мышечную силу диафрагмы. Однако на сегодняшний день ни один ис-

следователь не подтвердил точность спиральной КТ для расчета объема диафрагмы [18].

### 3.2.3. Динамическая МРТ

Динамическая МРТ является одним из наиболее информативных и точных визуализационных методов, позволяющих оценить экскурсию и степень утолщения различных отделов диафрагмы в разные фазы дыхательного цикла и при проведении специальных проб. Во многом благодаря данному методу были проведены замеры на здоровых добровольцах и созданы таблицы нормальных значений параметров диафрагмы, а также удалось подтвердить участие диафрагмы в стабилизации поясничного отдела позвоночника при произвольных движениях туловища и конечностей [18]. Из минусов данного метода диагностики стоит упомянуть ограниченную доступность и высокую стоимость исследования, а также его длительность (до 40 минут), что в некоторых случаях может быть препятствием его применения у постинсультных пациентов. Применение МРТ также ограничено у пациентов с металлическими имплантатами и клаустрофобией [18] (рис. 4).



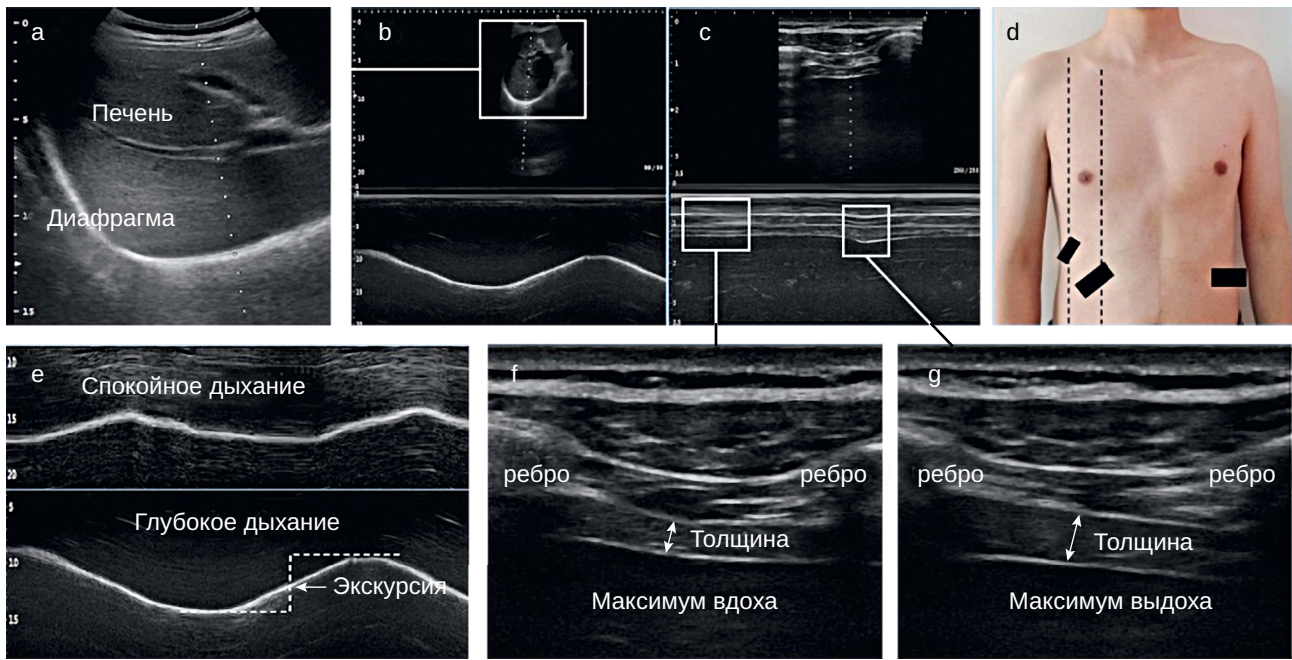
**Рис. 4.** Магнитно-резонансное изображение при максимальном вдохе и максимальном выдохе при 12-секундной задержке дыхания у здорового добровольца [18]

**Fig. 4.** Magnetic resonance images at maximum inhalation and maximum exhalation during 12-s inspiratory breath-hold (healthy volunteer) [18]

### 3.2.4. Ультразвуковое исследование диафрагмы

Исследование становится все более популярным среди специалистов. Метод позволяет визуализировать диафрагму, оценить ее форму и экскурсию, а также сделать измерения толщины (Tdi) и динамические оценки доли утолщения (TFdi) и экскурсии диафрагмы. Tdi и TFdi можно оценить с помощью ультразвука с высокочастотным линейным датчиком, расположенным на уровне зоны апноэ. TFdi менее 20 % предлагается в качестве порогового значения, указывающего на наличие дисфункции диафрагмы. Существуют ограничения метода, связанные как с опытом оператора, так и с телосложением пациента. По данным ряда авторов, УЗИ диафрагмы имеет лучшую чувствительность, чем рентгеноскопия для обнаружения односторонней дисфункции диафрагмы, другие исследования подтвердили успешное использование ультразвука для мониторинга восстановления с течением времени. УЗИ имеет меньшую точность и большую зависимость от оператора по сравнению с КТ и МРТ, однако среди визуализационных методов является наиболее доступным, комфортным и безопасным для пациента [6, 17, 18, 23–26] (рис. 5).





**Рис. 5.** Ультразвуковое исследование диафрагмы [6]

**Fig. 5.** Ultrasound examination of the diaphragm [6]

**Примечание:** А — УЗИ в В-режиме, где гиперэхогенная линия соответствует диафрагме, а пунктирная линия имеет угол около 30°; В — УЗИ в М-режиме, где амплитуда движения гиперэхогенной линии соответствует подвижности диафрагмы; С — ультрасонография в М-режиме, где пунктирная линия расположена на диафрагме, а толщину диафрагмы можно наблюдать во время дыхания; D — положение датчиков, где левая пунктирная линия представляет собой переднюю подмышечную линию, а правая пунктирная линия представляет собой срединно-ключичную линию, и два больших черных прямоугольника — места расположения низкочастотных датчиков, а меньший черный прямоугольник — место расположения высокочастотного датчика; E — ультрасонография в М-режиме, показывающая измерение подвижности диафрагмы при спокойном и глубоком дыхании; F, G — УЗИ в В-режиме, показывающее измерение толщины диафрагмы в конце вдоха и в конце выдоха.

**Note:** A — B-mode ultrasonography, where the hyperechoic line is the diaphragm, and the dotted has an angle of about 30°; B — M-mode ultrasonography, where the movement amplitude of the hyperechoic line is the mobility of the diaphragm; C — M-mode ultrasonography, where the dotted line is positioned on the diaphragm, and diaphragm thickness can be observed during breathing; D — the probes position, where the left dotted line is the anterior axillary line, and the right dotted line is the midclavicular line, and the two larger black boxes are low frequency probes, while the smaller black box is the high-frequency probe; E — M-mode ultrasonography showing the measurement of diaphragm mobility during quiet and deep breathing; F, G — B-mode ultrasonography showing the measurement of diaphragm thickness at end-inspiration and end-expiration.

### 3.3. Инструментальные измерительные методы

Основаны на сравнении полученных показателей во время исследования с возрастной нормой.

#### 3.3.1. Максимальное произвольное ротовое или внутримасочное давление

Измерение максимального произвольного инспираторного (PI, max) и экспираторного (PE, max) (или MIP — maximal inspiratory pressure и MEP — maximal expiratory pressure) давления является наиболее простым неинвазивным методом оценки силы дыхательных мышц. Давление регистрируется во рту или в маске во время максимального произвольного вдоха (маневр Мюллера) или выдоха (маневр Вальсальвы) при перекрытых воздухоносных путях. Поскольку при выполнении таких маневров не происходит изменения легочного объема, величина измеряемого давления не зависит от свойств легких и отражает исключительно суммарную силу сокращений всех мышц, участвующих в акте вдоха или выдоха. Исследование может носить скрининго-

вый характер и использоваться в сочетании с другими методами исследования, а также в качестве контроля эффективности проводимых реабилитационных мероприятий. Даже в том случае, когда MIP или MEP оказываются меньше нижней границы нормы, суммарная сила дыхательных мышц может быть достаточной для обеспечения нормальной жизненной емкости легких (ЖЕЛ) и поддержания необходимой вентиляции легких во время легких мышечных нагрузок. Примерно 5 % обследуемых людей, не имеющих клинической патологии респираторной системы, показывают значения MIP и MEP ниже физиологической нормы [27].

#### 3.3.2. Спирометрия

Спирометрия представляет собой неинвазивный метод измерения воздушных потоков и объемов как функции времени с использованием форсированных маневров [28] и может лишь косвенно свидетельствовать о нарушении функции дыхательной мускулатуры (рестриктивный характер нарушений, снижение форси-

рованной ЖЕЛ). Для получения более достоверной информации проводится последовательное исследование в положении стоя и лежа на спине. У лиц с нормальной функцией диафрагмы в положении лежа ЖЕЛ обычно снижается менее чем на 10 %. При снижении показателя на 10–30 % может быть заподозрена односторонняя дисфункция диафрагмы, а при снижении на 30–50 % — двусторонняя дисфункция [29].

### 3.3.3. Трансдиафрагмальное давление (Pdi)

Pdi представляет собой золотой стандарт теста на дисфункцию диафрагмы, позволяющий оценить сократительную способность, силовой резерв и устойчивость к утомлению, а также вклад диафрагмы в основные параметры внешнего дыхания в разные фазы дыхательного цикла. При выполнении исследования проводится одновременное измерение давления в желудке (Pga) и пищеводе (Poe) во время дыхательных маневров, при этом разница между пищеводным и желудочным давлением и является искомым показателем ( $Pdi = Poe - Pga$ ). После установки катетеров измерения Pdi можно выполнять либо с помощью произвольных усилий (вдох, кашель), либо с помощью вызванных сокращений с использованием магнитной стимуляции диафрагмальных нервов, что повышает точность и воспроизводимость результатов. Трансдиафрагмальное давление при максимальном инспираторном усилии и сомкнутых голосовых связках в норме превышает 70–80 мм водного столба [29, 30]. В клинической практике метод широко не используется из-за необходимости размещения баллонных катетеров в желудке и пищеводе для получения измерения.

### 3.3.4. Электромиография (ЭМГ)

В сочетании со стимуляцией диафрагмального нерва ЭМГ может предоставить диагностическую информацию о целостности аксонов, миелиновой оболочки и нервно-мышечного соединения, которая может помочь в определении лежащей в основе дисфункции диафрагмы этиологии. Точка электрической или магнитной стимуляции выбирается обычно на шее, в проекции прохождения диафрагмального нерва. Электроды для записи ЭМГ размещают на краю реберной дуги. Для повышения точности исследования можно использовать транспищеводные или игольчатые электроды, однако такое исследование является инвазивным, следовательно, существенно воз-

растает риск осложнений при его проведении [15]. Метод используется в основном в исследовательской работе, в клинической практике применяется редко.

### 3.3.5. Стабилометрия

Стабилометрия — метод регистрации положения и колебаний проекции общего центра тяжести тела (ОЦТ) на плоскость опоры. Может являться косвенным методом оценки функции диафрагмы, участвующей в осуществлении функции баланса за счет поддержания внутрибрюшного давления. Проводится в положении обследуемого стоя, а также сидя, лежа и при выполнении различных диагностических тестов. Статическая стабилометрия представлена тестами на равновесие. Проводят исследования на платформе с открытыми и закрытыми глазами. Динамическая стабилометрия исследует основную стойку в изменяющихся внешних условиях (перемещение и наклоны платформы, движение окружающего пациента пространства). Большинство современных реабилитационных отделений располагают необходимым оборудованием для проведения исследования. Метод прост в использовании, может повторяться многократно во время проводимого курса лечения и использоваться для оценки эффективности реабилитационных мероприятий [31].

Конечно, мы перечислили лишь наиболее широко применимые методы диагностики дисфункции диафрагмы, актуальные в восстановительном периоде инсульта в условиях реабилитационного отделения. Сравнение методов исследования по трем параметрам: 1) точность и специфичность метода; 2) доступность оборудования, низкая стоимость исследования; 3) отсутствие ограничений для динамического (многократного) использования — приведено в табл. 1.

Также в табл. 2 суммированы значения основных параметров диафрагмы в норме и при ее одностороннем поражении.

J.V. Catala-Ripoll с соавторами исследовали 160 пациентов с различными типами инсульта с целью выявления предикторов дисфункции диафрагмы. Исследовались демографические характеристики пациентов, локализация поражения, степень пареза и других нарушений в различные сроки (от острого периода до 6 месяцев с момента события). В результате проведенного исследования было выявлено, что нарушения функции диафрагмы у пациентов с последствиями инсульта связаны

**Таблица 1.** Сравнение диагностических методов, применяемых для оценки функции диафрагмы [23]

**Table 1.** Comparison the diaphragm function evaluating methods [23]

Диагностический метод / Evaluation method	Точность и специфичность/ Accuracy and Specificity	Доступность оборудования, стоимость исследования / Accessibility of equipment, cost of evaluation	Отсутствие ограничений для динамического (многократного) использования / No restrictions for dynamic (multiple) use
Мануальная оценка диафрагмальной мышцы / Manual evaluation of diaphragm muscle	++	+++	+++



Диагностический метод / Evaluation method	Точность и специфичность/ Accuracy and Specificity	Доступность оборудования, стоимость исследования / Accessibility of equipment, cost of evaluation	Отсутствие ограничений для динамического (многократного) использования / No restrictions for dynamic (multiple) use
Шкала баланса Берга, тест Фугла — Майера, диафрагмальный тест Бордони (и другие шкалы оценки равновесия и неврологического дефицита) / Berg balance scale, Fugl-Mayer assessment, Bordon diaphragmatic test (and other scales for balance and neurological deficit evaluation)	+	+++	+++
Рентгеноскопия и снифф-тест / Fluoroscopy and sniff-test	++	++	+
КТ и спиральная КТ / CT and spiral CT	++	+	+
Динамическая МРТ / Dynamic MRI	+++	+	++
УЗИ / Ultrasound examination	+++	+++	+++
Максимальное произвольное ротовое давление / Maximum voluntary oral pressure	+	+++	+++
Спирометрия / Spirometry	+	++	+++
Трансдиафрагмальное давление / Transdiaphragmatic pressure	+++	+	+
ЭМГ / Electromyography	++	++	++
Стабилометрия / Stabilometry	+	+++	+++

**Примечание:** + — ниже среднего; ++ — средний уровень; +++ — высокий уровень.  
**Note:** + — below average; ++ — average level; +++ — high level.

**Таблица 2.** Основные параметры диафрагмы в норме и при одностороннем поражении  
**Table 2.** Main parameters of the normal diaphragm function and in case of unilateral lesions

Параметр / Parameter name	Значение в норме / Normal level	Значение при одностороннем поражении диафрагмы / Unilateral lesions level	Ссылка на источник / References
ЖЕЛ в вертикальном положении / Upright vital capacity (VC)	Определяется по таблице должных значений с учетом возраста и пола / Due values, according to age and gender	70–100 % от должной величины / 70–100 % from due values	[29, 32]
ЖЕЛ в положении лежа / Vital capacity in supine position	Снижается на 0–10 % от ЖЕЛ стоя / 0–10 % decrease vs. VC in upright position	Снижается на 10–30 % от ЖЕЛ стоя / 10–30 % decrease vs. VC in up- right position	[15, 32]

Параметр / Parameter name	Значение в норме / Normal level	Значение при одностороннем поражении диафрагмы / Unilateral lesions level	Ссылка на источник / References
Трансдиафрагмальное давление при максимальном инспираторном усилии / Transdiaphragmatic pressure at maximum inspiratory effort	≥ 80 см вод. ст. у мужчин ≥ 70 см вод. ст. у женщин / ≥ 80 cm H <sub>2</sub> O in men ≥ 70 cm of H <sub>2</sub> O in women	40–70 см вод. ст. / 40–70 cm of H <sub>2</sub> O	[15]
Индекс утолщения диафрагмы на вдохе / Inspiratory diaphragm thickening index	≥ 20%	≤ 20%	[5, 15, 30, 36]
Экскурия диафрагмы при спокойном дыхании / Diaphragm excursion during quiet breathing	18 ± 3 мм у мужчин 16 ± 3 мм у женщин / 18 ± 3 mm in men 16 ± 3 mm in women	13 ± 0,54 mm	[6, 18, 30, 33–36]
Экскурия диафрагмы при глубоком дыхании / Diaphragm excursion during deep breathing	70 ± 11 мм у мужчин 57 ± 10 мм у женщин / 70 ± 11 mm in men 57 ± 10 mm in women	31,7 ± 1,52 mm	[6, 30, 33–36]

с локализацией поражения — территория средней мозговой артерии, оценкой выше 6 баллов по шкале инсульта Национального института здоровья (NIHSS) (68 против 24 %,  $p = 0,023$ ) и наличием гемипареза ( $p = 0,01$ ). При этом у пациентов с высокой степенью гемипареза (1–3 по шкале MRC — Medical Research Council) дисфункция диафрагмы наблюдалась в 100 % случаев при обычном (нефорсированном) дыхании. При более низкой степени пареза частота дисфункции диафрагмы была существенно ниже. В остром периоде инсульта дисфункция диафрагмы встречалась чаще, чем в восстановительном. Женский пол также можно считать предиктором диафрагмальной дисфункции, что может быть связано с анатомическими особенностями (меньший объем мышцы и меньшая экскурсия) [5].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нарушение функции диафрагмы на стороне гемипареза у пациентов с инсультом наблюдается почти в половине случаев, однако часто протекает малосимптомно, маскируется за более выраженными симптомами, и, как следствие, редко отражается в реабилитационном диагнозе. Нарушение функции диафрагмы влияет негативно на функции дыхания, равновесия, глотания, речи, мотор-

ную функцию плечевого пояса и верхней конечности. Своевременная диагностика нарушения функции диафрагмы позволит включить в реабилитационный комплекс специальные методы лечения, тем самым повысить общую эффективность восстановительного процесса.

В арсенале реабилитолога сегодня находится множество диагностических методов от простых физикальных до сложных инструментальных, применять которые стоит с учетом клинической картины, необходимости и противопоказаний у каждого конкретного пациента. Гемипарез от умеренной до тяжелой степени уже является предиктором возможной дисфункции диафрагмы, а низкие результаты оценочных шкал равновесия и неврологического дефицита должны подтолкнуть врача к проведению дополнительных тестов и исследований (MED, BDT, MEP/MIP, спирометрия, УЗИ или рентгеноскопия). В большинстве случаев данных методов будет достаточно, чтобы оценить состояние функции диафрагмы, однако в более сложных можно использовать ЭМГ, динамическую МРТ, определение трансдиафрагмального давления, а также полисомнографию и ряд других методик.

Исследования в динамике позволяют оценить объективно результат проведенных реабилитационных мероприятий.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Мельникова Екатерина Александровна**, доктор медицинских наук; руководитель отделения физиотерапии и реабилитации; профессор курса реабилитации и физиотерапии при кафедре травматологии и ортопедии ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского».

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7498-1871>

**Старкова Елена Юрьевна**, научный сотрудник отделения физиотерапии и реабилитации, ассистент кафедры травматологии и ортопедии ГБУЗ МО «Московский областной науч-

но-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского».

E-mail: [elena.starkova@inbox.ru](mailto:elena.starkova@inbox.ru);

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9371-5934>

**Владимирова Надежда Николаевна**, кандидат медицинских наук; заместитель главного врача по медицинской части (терапии) ФГБУ «Центральная клиническая больница с поликлиникой» УДП РФ.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8929-3748>

**Цветкова Евгения Михайловна**, и. о. начальника центра ре-

билитации ФГБУ «Центральная клиническая больница с поликлиникой» УДП РФ, научный сотрудник отделения физиотерапии и реабилитации ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского». ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-1761-4859>

**Литау Владислав Юрьевич**, старший преподаватель кафедры травматологии и ортопедии ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского». ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6255-405X>

**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: Мельникова Е.Н. — научное обоснование, методология, проверка и редактирование рукописи, руководство

проектом; Старкова Е.Ю. — обеспечение материалов для исследования, написание черновика рукописи, анализ данных, проверка и редактирование рукописи; Владимирова Н.Н. — обеспечение материалов для исследования, методология, проверка и редактирование рукописи, курирование проекта; Цветкова Е.М. — обеспечение материалов для исследования, проверка и редактирование рукописи, визуализация; Литау В.Ю. — научное обоснование, проведение исследования, визуализация. **Источники 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.

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

### ADDITIONAL INFORMATION

**Ekaterina A. Melnikova**, Dr. Sci. (Med.), Professor of the Course of Rehabilitation and Physiotherapy at the Department of Traumatology and Orthopedics, Moscow Regional Scientific Research Clinical Institute named after M.F. Vladimirovsky. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7498-1871>

**Elena Yu. Starkova**, Research of Physiotherapy and Rehabilitation Department, Assistant Professor at the Department of Traumatology and Orthopedics, Moscow Regional Scientific Research Clinical Institute named after M.F. Vladimirovsky, Moscow, Russia. E-mail: [elena.starkova@inbox.ru](mailto:elena.starkova@inbox.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9371-5934>

**Nadezhda N. Vladimirova**, Ph. D. (Med.), Vice Chief Medical Officer (Therapy), Central Clinical Hospital with Polyclinics of Administration of President of the Russian Federation. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8929-3748>

**Evgeniya M. Tsvetkova**, Executive Head of Rehabilitation center, Central Clinical Hospital with Polyclinics of Administration of President of the Russian Federation, Research officer of the Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Moscow Regional Scientific Research Clinical Institute named after M.F. Vladimirovsky. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-1761-4859>

**Vladislav Yu. Litau**, Senior Lecturer at the Department

of Traumatology and Orthopedics, Moscow Regional Scientific Research Clinical Institute named after M.F. Vladimirovsky. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6255-405X>

**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: Melnikova E.A. — conceptualization, methodology, writing — review & editing, project management; Starkova E.Y. — resources, investigation, writing — original draft, formal analysis, writing — review & editing; Vladimirova N.N. — resources, methodology, writing — review & editing, supervision; Tsvetkova E.M. — resources, investigation, writing — review & editing, visualization; Litau V.Y. — conceptualization, investigation, visualization.

**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.

**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. Левин О.С., Боголепова А.Н. Постинсультные двигательные и когнитивные нарушения: клинические особенности и современные подходы к реабилитации. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2020; 120 (11): 99–107. <https://doi.org/10.17116/jnevro202012011199> [Levin O.S., Bogolepova A.N. Poststroke motor and cognitive impairments: clinical features and current approaches to rehabilitation. Zhurnal Nevrologii i Psikiatrii imeni S.S. Korsakova. 2020; 120 (11): 99–107. <https://doi.org/10.17116/jnevro202012011199> (In Russ.).]
2. O'Dell M.W. Stroke Rehabilitation and Motor Recovery. Continuum (Minneapolis). 2023; 29(2): 605–627. <https://doi.org/10.1212/CON.0000000000001218>
3. Beckwée D., Cuypers L., Lefeber N. et al. Skeletal Muscle Changes in the First Three Months of Stroke Recovery: A Systematic Review. Journal of Rehabilitation Medicine. 2022; 54: jrm00308. <https://doi.org/10.2340/jrm.v54.573>
4. World Health Organization, International Classification of Functioning, Disabilities and Health (ICF). 2023. <https://www.who.int/standards/classifications/international-classification-of-functioning-disability-and-health> (accessed 06.05.2023).
5. Catalá-Ripoll J.V., Monsalve-Naharro J.Á., Hernández-Fernández F. Incidence and predictive factors of diaphragmatic dysfunction in acute stroke. BMC Neurology. 2020; 20(1): 79. <https://doi.org/10.1186/s12883-020-01664-w>
6. Liu X., Qu Q., Deng P. et al. Assessment of Diaphragm in Hemiplegic Patients after Stroke with Ultrasound and Its Correlation of Extremity Motor and Balance Function. Brain Sciences. 2022; 12(7): 882. <https://doi.org/10.3390/brainsci12070882>
7. Bonnevie T., Gravier F.E., Ducrocq A. et al. Exercise testing in patients with diaphragm paresis. Respiratory Physiology & Neurobiology. 2018; 248(1):

- 31–35. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2017.11.006>
8. Kılıçoğlu M.S., Yurdakul O.V., Çelik Y., Aydın T. Investigating the correlation between pulmonary function tests and ultrasonographic diaphragm measurements and the effects of respiratory exercises on these parameters in hemiplegic patients. *Top Stroke Rehabilitation*. 2022; 29(3): 218–229. <https://doi.org/10.1080/10749357.2021.1911748>
  9. *Anatomy Trains Myofascial Meridians for Manual Therapists and Movement Professionals*. 4th Edition. 2020; 378 p.
  10. Supinski G.S., Morris P.E., Dhar S., Callahan L.A. Diaphragm Dysfunction in Critical Illness. *Chest*. 2018; 153(4): 1040–1051. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2017.08.1157>
  11. Bordoni B., Escher A.R. Functional evaluation of the diaphragm with a noninvasive test. *Journal of Osteopathic Medicine*. 2021; 121(11): 835–842. <https://doi.org/10.1515/jom-2021-0101>
  12. Miranda-Cantellops N., Tiu T.K. Berg Balance Testing. StatPearls Publishing; February 17, 2023.
  13. Hernández E.D., Galeano C.P., Barbosa N.E. Intra- and inter-rater reliability of Fugl-Meyer Assessment of Upper Extremity in stroke. *Journal Rehabilitation Medicine*. 2019; 5(9): 652–659. <https://doi.org/10.2340/16501977-2590>
  14. Brown A.D., Fogarty M.J., Sieck G.C. Mitochondrial morphology and function varies across diaphragm muscle fiber types. *Respiratory Physiology & Neurobiology*. 2022; 295(1): 103780. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2021.103780>
  15. Schepens T., Fard S., Goligher E.C. Assessing Diaphragmatic Function. *Respiratory Care*. 2020; 65(6): 807–819. <https://doi.org/10.4187/respcare.07410>
  16. Fuller D.D., Rana S., Smuder A.J., Dale E.A. The phrenic neuromuscular system. *Handbook of Clinical Neurology*. 2022; 188: 393–408. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91534-2.00012-6>
  17. Sembera M., Busch A., Kobesova A. et al. Postural-respiratory function of the diaphragm assessed by M-mode ultrasonography. *PLoS One*. 2022; 17(10): e0275389. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0275389>
  18. Laghi F.A. Jr, Saad M., Shaikh H. Ultrasound and non-ultrasound imaging techniques in the assessment of diaphragmatic dysfunction. *BMC Pulmonary Medicine*. 2021; 21(1): 85. <https://doi.org/10.1186/s12890-021-01441-6>
  19. Чучалин А.Г., Гусев Е.И., Мартынов М.Ю., Ким Т.Г., Шогенова Л.В. Дыхательная недостаточность в остром периоде церебрального инсульта: факторы риска и механизмы развития. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2020; 120(7): 716. <https://doi.org/10.17116/jnevro20201200717> [Chuchalin A.G., Gusev E.I., Martynov M.Yu., Kim T.G., Shogenova L.V. Pulmonary insufficiency in acute stroke: risk factors and mechanisms of development. *Zhurnal Nevrologii i Psikiatrii imeni S.S. Korsakova*. 2020; 120(7): 716. <https://doi.org/10.17116/jnevro20201200717> (In Russ.)]
  20. Yun R.Y., Park H.E., Hong J.W. et al. Correlation of Swallowing Function with Bilateral Diaphragmatic Movement in Hemiplegic Stroke Patients. *Annals of Rehabilitation Medicine*. 2019; 43(2): 156–162. <https://doi.org/10.5535/arm.2019.43.2.156>
  21. Fernández-López I., Peña-Otero D., Atín-Arratibel MLÁ. Effects of diaphragm muscle treatment in shoulder pain and mobility in subjects with rotator cuff injuries: A dataset derived from a pilot clinical trial. *Data in Brief*. 2021; 35(02): 106867. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2021.106867>
  22. Bordoni B., Morabito B. The Diaphragm Muscle Manual Evaluation Scale. *Cureus*. 2019; 11 (4): e4569. <https://doi.org/10.7759/cureus.4569>
  23. Starkova E. Diaphragm dysfunction. *Mendeley Data*. 2023; V1: <https://doi.org/10.17632/mw3kjs933.1>
  24. Faysoil A., Nguyen L.S., Ogná A. Diaphragm sniff ultrasound: Normal values, relationship with sniff nasal pressure and accuracy for predicting respiratory involvement in patients with neuromuscular disorders. *PLoS One*. 2019; 14(4): e0214288. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0214288>
  25. Chen Y., Zhou S., Liao L. et al. Diaphragmatic ultrasound can help evaluate pulmonary dysfunction in patients with stroke. *Frontiers in Neurology*. 2023; 14(4): 1061003. <https://doi.org/10.3389/fneur.2023.1061003>
  26. Santana P.V., Cardenas L.Z., Albuquerque A.L.P. et al. Diaphragmatic ultrasound: a review of its methodological aspects and clinical uses. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*. 2020; 46(6): e20200064. <https://doi.org/10.36416/1806-3756/e20200064>
  27. Сегизбаева М.О., Александрова Н.П. Оценка функционального состояния дыхательных мышц: методические аспекты и интерпретация данных. *Физиология человека*. 2019; 45 (2): 115–127. <https://doi.org/10.1134/S0131164619010120> [Segizbaeva M.O., Aleksandrova N.P. Otsenka funktsionalnogo sostoyaniya dykhatelnykh myshts: metodicheskiye aspekty I interpretatsia dannykh. *Zhurnal Fiziologiya cheloveka*. 2019; 45 (2): 115–127. <https://doi.org/10.1134/S0131164619010120> (In Russ.)]
  28. Чучалин А.Г., Айсанов З.Р., Чикина С.Ю. и т.д. Федеральные клинические рекомендации Российского респираторного общества по использованию метода спирометрии. 2014; 6: 11–24. <https://doi.org/10.18093/0869-0189-2014-0-6-11-24> [Chuchalin A.G., Aysanov Z.R., Chikina S.Yu. et al. Federalnyye klinicheskiye rekomendatsii Rossiyskogo respiratornogo obschestva po ispolzovaniyu metoda spirometrii. 2014; 6: 11–24. <https://doi.org/10.18093/0869-0189-2014-0-6-11-24> (In Russ.)]
  29. Hannan L.M., De Losa R., Romeo N., Muruganandan S. Diaphragm dysfunction: a comprehensive review from diagnosis to management. *Journal of Internal Medicine*. 2022; 292(12): 2034–2045. <https://doi.org/10.1111/imj.15491>
  30. Caleffi-Pereira M., Pletsch-Assunção R., Cardenas L.Z. et al. Unilateral diaphragm paralysis: a dysfunction restricted not just to one hemidiaphragm. *BMC Pulmonary Medicine*. 2018; 18(1): 126. <https://doi.org/10.1186/s12890-018-0698-1>
  31. Костенко Е.В., Петрова Л.В., Рылский А.В., Энеева М.А. Эффективность коррекции постинсультных двигательных нарушений с применением методов функциональной электростимуляции и БОС-стабилометрического пострального контроля. *Журнал Неврология и психиатрия*. 2019; 119(1): 23–30. <https://doi.org/10.17116/jnevro201911901123> [Kostenko E.V., Petrova L.V., Rylsky A.V., Eneeva M.A. Effectiveness of correction of post-stroke motor disorders using the methods of functional electrostimulation and BFB-stabilometric postural control. *Neurology and Psychiatry*. 2019; 119(1): 23–30. <https://doi.org/10.17116/jnevro201911901123> (In Russ.)]
  32. Yamaguti W.P., Sakamoto E.T., Panazzolo D. et al. Diaphragmatic mobility in healthy subjects during incentive spirometry with a flow-oriented device and with a volume-oriented device. *Journal Brasileiro Pneumologia*. 2010; 36(6): 738–45. <https://doi.org/10.1590/s1806-37132010000600011>
  33. Park G.Y., Kim S.R., Kim Y.W. et al. Decreased diaphragm excursion in stroke patients with dysphagia as assessed by M-mode sonography. *Archives of Physical Medicine Rehabilitation*. 2015; 96(1): 114–21. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2014.08.019>
  34. Choi Y.M., Park G.Y., Yoo Y. et al. Reduced Diaphragm Excursion During Reflexive Citric Acid Cough Test in Subjects with Subacute Stroke. *Respiratory Care*. 2017; 62(12): 1571–1581. <https://doi.org/10.4187/respcare.05488>
  35. Yoon S.Y., Moon H.I., Kim J.S. et al. Comparison Between M-Mode Ultrasonography and Fluoroscopy for Diaphragm Excursion Measurement in Patients With Acquired Brain Injury. *Journal Ultrasound in Medicine*. 2020; 39(3): 535–542. <https://doi.org/10.1002/jum.15130>
  36. Kabil A.E., Sobh E., Elsaed M. et al. Diaphragmatic excursion by ultrasound: reference values for the normal population; a cross-sectional study in Egypt. *Multidisciplinary Respiratory Medicine*. 2022; 17: 842. <https://doi.org/10.4081/mrm.2022.842>



Обзорная статья / Review

УДК: 616.831-009.83

DOI: <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-150-158>

## Особенности нейропсихологического сопровождения пациентов с нарушениями сознания на раннем этапе реабилитации.

### Обзорная статья

 **Ерохина Е.В.**<sup>1</sup>,  **Седова Л.И.**<sup>4,\*</sup>,  **Бусыгина К.О.**<sup>1</sup>,  **Фуфаева Е.В.**<sup>3</sup>,  **Микадзе Ю.В.**<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «Федеральный центр мозга и нейротехнологий» ФМБА России, Москва, Россия

<sup>2</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

<sup>3</sup> НИИ неотложной детской хирургии и травматологии, Москва, Россия

<sup>4</sup> ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр «Лечебно-реабилитационный центр» Минздрава России, Москва, Россия

#### РЕЗЮМЕ

**ВВЕДЕНИЕ.** В нейропсихологическом сопровождении пациентов с нарушениями сознания на раннем этапе реабилитации возникают методологические и практические проблемы, связанные с выбором и процедурой использования методов нейропсихологической диагностики и нейропсихологической реабилитации. Для разработки методов работы с такими пациентами необходимо обращение к понятиям структуры сознания и содержания сознания.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** В статье представлен обзор литературы, посвященной проблеме работы нейропсихолога с пациентами с нарушениями сознания. Обращается внимание на недостаточную разработанность нейропсихологического содержания понятия «сознания»; ограничения методологического и процедурного характера, возникающие при работе нейропсихолога с пациентами, имеющими нарушения сознания разной степени выраженности; обсуждаются возможности проведения и ограничения психостимулотерапии и сенсорной стимуляции в отечественном и зарубежном подходах.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Проведенный анализ публикаций по теме сопровождения пациентов с нарушениями сознания отражает наличие ряда нерешенных вопросов. На современном этапе развития нейропсихологической работы с пациентами с нарушениями сознания нет единого утвержденного и подробного протокола, регламентирующего проведение нейропсихологической диагностики и нейрореабилитации с ними. Поставленная проблема находится на стадии решения и требует дальнейших исследований.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** нарушения сознания; нейропсихологическая диагностика; нейрореабилитация; кома; шкала комы Глазго; электроэнцефалография; ЭЭГ; магнитно-резонансная томография; позитронно-эмиссионная томография.

**Для цитирования / For citation:** Ерохина Е.В., Седова Л.И., Бусыгина К.О., Фуфаева Е.В., Микадзе Ю.В. Особенности нейропсихологического сопровождения пациентов с нарушениями сознания на раннем этапе реабилитации. Обзорная статья. Вестник восстановительной медицины. 2023; 22(4):150-158. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-150-158> [Erokhina E.V., Sedova L.I., Busygina K.O., Fufaeva E.V., Mikadze Y.V. Features of Neuropsychological Support of Patients with Impaired Consciousness at the Early Stage of Rehabilitation: a Narrative Review. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(4):150-158. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-150-158> (In Russ.).]

\* **Для корреспонденции:** Седова Любовь Игоревна, E-mail: [erohina\\_e@fccps.ru](mailto:erohina_e@fccps.ru)

Статья получена: 20.03.2023

Статья принята к печати: 01.06.2023

Статья опубликована: 31.08.2023

© 2023, Ерохина Е.В., Седова Л.И., Бусыгина К.О., Фуфаева Е.В., Микадзе Ю.В.

Ekaterina V. Erokhina, Lyubov I. Sedova, Ksenia O. Busygina, Ekaterina V. Fufaeva, Yuri V. Mikadze

Эта статья открытого доступа по лицензии CC BY 4.0. Издательство: ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России.

This is an open article under the CC BY 4.0 license. Published by the National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

# Features of Neuropsychological Support of Patients with Impaired Consciousness at the Early Stage of Rehabilitation: a Narrative Review

Ekaterina V. Erokhina<sup>1</sup>, Lyubov I. Sedova<sup>4,\*</sup>, Ksenia O. Busygina<sup>1</sup>,  
Ekaterina V. Fufaeva<sup>3</sup>, Yuri V. Mikadze<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Federal Center of Brain Research and Neurotechnologies of the Federal Medical and Biological Agency, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

<sup>3</sup> Clinical and Research Institute of Emergency Pediatric Surgery and Traumatology, Moscow, Russia

<sup>4</sup> National Medical Research Center, Center for Treatment and Rehabilitation, Moscow, Russia

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** In the neuropsychological support of patients with impaired consciousness at an early stage of rehabilitation, methodological and practical problems arise related to the choice and procedure for using methods of neuropsychological diagnostics and neuropsychological rehabilitation. To develop methods of working with such patients, it is necessary to address the concepts of the structure of consciousness and the content of consciousness.

**RESULTS.** The article presents a review of the literature devoted to the problem of the work of a neuropsychologist with patients with impaired consciousness. In the reviewed literature, attention is drawn to the insufficient development of the neuropsychological content of the concept of "consciousness"; methodological and procedural limitations that arise when a neuropsychologist works with patients with disorders of consciousness of varying degrees of severity; the possibilities of conducting and limiting psychostimulotherapy and sensory stimulation in domestic and foreign approaches are discussed.

**CONCLUSION.** The analysis of publications on the topic of accompanying patients with impaired consciousness reflects the presence of a number of unresolved issues. At the present stage of development of neuropsychological work with patients with impaired consciousness, there is no single approved and detailed protocol regulating the conduct of neuropsychological diagnostics and neurorehabilitation with them. The problem is at the stage of solution and requires further research.

**KEYWORDS:** consciousness disorders, neuropsychological tests, neurorehabilitation, coma, Glasgow Coma Scale, electroencephalography, EEG, magnetic resonance imaging, positron-emission tomography.

**For citation:** Erokhina E.V., Sedova L.I., Busygina K.O., Fufaeva E.V., Mikadze V.Y. Features of Neuropsychological Support of Patients with Impaired Consciousness at the Early Stage of Rehabilitation: a Narrative Review. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(4):150-158. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-150-158> (In Russ.).

\* **For correspondence:** Lyubov I. Sedova, E-mail: [erohina\\_e@fccps.ru](mailto:erohina_e@fccps.ru)

**Received:** 20.03.2023

**Accepted:** 01.06.2023

**Published:** 31.08.2023

## ВВЕДЕНИЕ

В работе с пациентами, имеющими нарушения сознания, специалисты-нейропсихологи часто сталкиваются с трудностями подбора и проведения отдельных диагностических и реабилитационных процедур. Настоящий обзор коротко охватывает основные направления работы нейропсихолога и проблемные аспекты, с которыми часто сталкиваются специалисты, что связано с отсутствием четких протоколов работы с указанной категорией пациентов.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### Специфика нейропсихологической диагностики и реабилитации

При проведении реабилитационной работы с пациентами, у которых наблюдаются расстройства функций ЦНС, нейропсихолог, входящий в состав мультидисциплинар-

ной бригады (МДБ), осуществляет первичную нейропсихологическую диагностику высших психических функций (ВПФ), на основе которой формируется программа/план дальнейшей нейрореабилитации.

В клинической практике нейропсихологическая диагностика применяется для выявления нарушений в структуре психических функций (оценку психологической картины дефекта)<sup>1</sup> и возможной локализации мозгового поражения (топический диагноз), для определения степени выраженности расстройства ВПФ и динамики изменений их состояния в процессе реабилитации, а также для оценки потенциала пациента в реабилитационном процессе и в повседневной жизни.

Классическая нейропсихологическая диагностика основана на качественной и/или количественной оценке выполнения предъявляемых пациенту проб. Качественная оценка позволяет определить структурную причину воз-

<sup>1</sup>Основной задачей нейропсихологии как психологической дисциплины является изучение и описание структуры психических функций и их взаимодействия в разных видах психической деятельности на основе анализа их взаимосвязи с функционированием мозга.

никших расстройств и становится основой для построения стратегии и тактики нейрореабилитационной работы, направленной на восстановление или структурную перестройку нарушенных функций. Количественная оценка позволяет выявить степень выраженности нарушения высших психических функций (ВПФ), динамику изменений в их состоянии, оценить уровень функционального потенциала пациента. С учетом необходимости получения обратной связи от пациента при проведении обследования возникает вопрос о сроках и методологии раннего начала реабилитации пациентов, о специфике используемых методических средств, их доступности и адекватности для работы с пациентами, имеющими разную степень нарушения сознания, а также о наиболее существенных ограничениях в работе с этой группой пациентов.

Целью статьи является обзор и анализ литературы, посвященной специфике диагностической и реабилитационной работы нейропсихолога при нарушениях сознания у пациентов, находящихся на раннем этапе реабилитации<sup>1</sup>, и поиск возможных путей преодоления указанных выше трудностей.

### **Диагностическая работа нейропсихолога с пациентами при нарушении сознания в контексте работы мультидисциплинарной команды**

Одним из основных методологических ограничений в диагностической и реабилитационной работе нейропсихолога с пациентами при нарушениях сознания является отсутствие однозначных психологических представлений о содержании и о структуре и компонентном составе сознания как интегративного образования. Это связано с недостаточной проработанностью вопроса о специфичности взаимосвязи сознания с функционированием как отдельных мозговых зон, так и мозга в целом. Недостатки методологической разработки этих вопросов приводят к трудности построения адекватных диагностических и реабилитационных процедур, направленных на выявление и оценку конкретных симптомов, характеризующих расстройства и восстановление сознания.

К.В. Анохин, рассматривая основные нейробиологические теории сознания, отмечает в них, в качестве основного недостатка, отсутствие «ясной нейробиологической концепции носителя субъективного опыта — той системы, в которой протекают процессы сознания» [1]. Среди концепций, ориентированных на возможную морфофункциональную структурную организацию сознания, можно выделить теорию селекции нейрональных групп Дж. Эдельмана [2], дополненную концепциями повторного входа и «динамического ядра», описывающую таламокортикальную область как интеграционный центр сознания, а также теории функциональных систем и системогенеза П.К. Анохина [3].

В нейропсихологическом контексте для целей диагностики и реабилитации вопрос о психологической

структуре и формировании сознания рассматривался еще Л.С. Выготским. Он разделял системное и смысловое строение сознания. Системное строение понималось им как сложная совокупность отношений отдельных функций между собой, т. е. сознание рассматривалось как целостная система, в которой выделялись в качестве ее элементов отдельные психические функции. В то же время сознание выступает как целое, а не как сумма отдельных функций, судьба каждой функциональной части зависит от состояния целого. Под смысловым строением сознания Выготский понимал обобщения, посредством которых человеком совершается осмысление мира. В качестве единицы анализа смыслового строения сознания он предложил рассматривать значение, которое понималось как средство осознания, как эквивалент операции, с помощью которой человек мыслит данный предмет [4, 5]. В отечественной нейропсихологии содержание сознания рассматривается как высшая форма отражения человеком внешнего (объективного) и внутреннего (субъективного) мира в виде символов (слов, знаков) и образов, как интегративный обобщенный «образ мира» и «образ своего Я» [6, 7].

Можно предположить, что в нейропсихологическом обследовании для поиска свидетельств, указывающих на наличие структурных и содержательных признаков сознания, следует обращаться к диагностике состояния психических функций и сохранности связей между ними, которые при разной степени нарушения сознания будут по-разному проявляться в виде расстройств означения воспринимаемой внешней и внутренней среды, возможности осмысленной реализации действий в окружающем мире. Рассматривая связь значения слова и сознания, А.Р. Лурия отмечал, что по мере формирования (восстановления) смыслового и системного значений слов «меняется и отражение тех связей и отношений, которые через слово определяют строение сознания» [6].

Следующая методологическая трудность обусловлена ограничениями в использовании классических проб нейропсихологического обследования и методов реабилитационной работы в связи с ограниченной доступностью их восприятия и выполнения пациентом.

После выхода пациента из состояния комы для инициации проведения нейрореабилитационных мероприятий необходимо дать качественную оценку наличного уровня сознания<sup>2</sup>.

В клинических рекомендациях по нейропсихологической диагностике и реабилитации пациентов с нарушениями сознания после повреждения головного мозга в качестве одного из инструментов определения уровня восстановления психической деятельности после комы предлагается шкала Доброхотовой Т.А. [10, 11, 12], согласно которой восстановление проходит в несколько этапов<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Под ранним этапом реабилитации мы подразумеваем первый год с момента развития хронического нарушения сознания

<sup>2</sup>Например, рекомендуется выделять следующие виды хронических нарушений сознания [8]:

- вегетативное состояние/ синдром ареактивного бодрствования (BC / САР);
- состояние минимального сознания (СМС);
- состояние минимального сознания «минус» (СМС «-»);
- состояние минимального сознания «плюс» (СМС «+»);
- выход из состояния минимального сознания.

Кроме того, в последние годы внимание исследователей стало чаще обращаться к феномену когнитивно-моторного разобщения и выявлению «скрытого сознания» [9].

Первоначально установление диагноза и дифференциальную диагностику вида хронического нарушения сознания у пациента определяет врач-невролог в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ), основываясь на данных клинического обследования.

<sup>3</sup>Стадии восстановления сознания после комы по Доброхотовой Т.А.: вегетативное состояние; акинетический мутизм; акинетический мутизм с эмоциональными реакциями; мутизм с пониманием речи; дезинтеграция (реинтеграция) речи; амнестическая спутанность; интеллектуально-мнестическая недостаточность; психопатологический синдром; невроподобный синдром.

В указанной шкале переход от уровня к уровню определяется наличием стойкой и системной реакции на предъявляемые стимулы и инструкции. Так, например, на ранних этапах восстановления могут наблюдаться нерегулярные реакции слежения за объектами, отдельные реакции на голоса и лица близких людей, и только на более поздних этапах, когда начинает фиксироваться выполнение инструкций, возникает возможность выявления отдельных нейропсихологических синдромов. При таком уровне взаимодействия с пациентом на ранних этапах восстановления сознания проведение классического нейропсихологического обследования, стандартизированных нейропсихологических проб оценки различных ВПФ и выполнение реабилитационных мероприятий крайне ограничено (чаще недоступно). Большинство пациентов после коматозного состояния вследствие повреждения мозга могут быть длительно не доступны классической нейропсихологической оценке [13].

На первых этапах восстановления сознания исследователи и специалисты обычно используют для диагностики различные количественные (поведенческие) шкалы, в которых учитывается и фиксируется в протоколе количество возможных активностей пациента в виде различных реакций на вербальную инструкцию или сенсорную стимуляцию (воздействие на ту или иную сенсорную систему).

Необходимость и полезность использования шкальных оценок подтвердили бельгийские ученые, которые установили, что при неврологическом обследовании без использования дополнительных стандартизированных шкал вероятность постановки неверного диагноза (вегетативное состояние / синдром ареактивного бодрствования (BC/CAБ) или состояние минимального сознания (СМС)) близка к половине случаев (41 %) [14].

В практическом аспекте набор сведений, которые можно получить при шкальной оценке, связан с анализом ряда элементарных поведенческих характеристик, речи (вербальные навыки, вокализации) и движений (глазодвигательные реакции и/или движения конечностями, непроизвольно и по инструкции). В разных шкалах могут встречаться отдельные не повторяющиеся параметры оценки активностей (например, бодрствование, реакция на боль, живость рефлексов).

В то же время предполагается, что использование разных шкал должно приводить к различным решениям в реабилитационной работе с пациентом. Так, например, по мере улучшения состояния пациента и «выхода» из состояния минимального сознания необходимо менять используемые шкалы поведенческой оценки и реабилитационные методы при достижении «эффекта потолка». Например, в описании отдельного случая возможности пациентки оценивались еженедельно или каждые две недели по «Шкале восстановления после комы» (Coma Recovery Scale, CRS), ежемесячно применялась «Матрица травм головы Уэссекса» (Wessex Head Injury Matrix, WHIM), а для мониторинга степени инвалидности и перспективы клинического исхода шкала оценки инвалидности (Disability Rating Scale, DRS) [15]. Первоначальный статус оценивался с помощью программы «Оценка речи у постели больного» (Bedside Language Assessment, BLA), а затем был заменен на «Когнитивный тест Адденбрука» (Addenbrooke's Cognitive Examination, ACE), который позволил более развернуто следить за этапами когнитивного восстановления. На поздних этапах восстановления были

использованы в диагностике «Прогрессивные матрицы Равена» (Raven's Progressive Matrices), «Тест поведенческой памяти Ривермида» (Rivermead Behavioural Memory Test), «Список Рея» (Rey List), «Тест логической памяти» (Logical Memory Test), «Тест комплексной фигуры Рея — Остеррица» (Rey-Osterreith Complex Figure Test), «Шкала интеллекта взрослых Векслера» (Wechsler Adult Intelligence Scale, WAIS III), «Тест следования по маршруту» (Reitan Trail Making Test) [15].

Применение шкальных оценок при обследовании пациентов с нарушениями сознания оставляет ряд нерешенных вопросов для специалиста-нейропсихолога [16]. Каким образом результаты, полученные с помощью шкальных оценок, могут послужить основой для дальнейшей реабилитационной нейропсихологической работы? Большинство диагностических шкал фиксируют внешние поведенческие проявления пациента, отвечают только на один вопрос «что мы сейчас наблюдаем?» и не задают основания (указания на структурный дефект) для построения стратегии дальнейшей работы с учетом качественных особенностей состояния сознания и ВПФ.

Отсутствие возможности проводить нейропсихологическую диагностику, в свою очередь, ставит вопросы о сроках подключения нейропсихолога к работе по диагностике и реабилитации, а также и о том, в чью компетенцию должно входить проведение шкальной оценки на ранних этапах реабилитации пациентов с нарушением сознания. Можно предположить, что анализ поведенческой активности в виде простых реакций, их фиксацию в протоколе может проводить любой обученный участник мультидисциплинарной бригады, который проводит работу с пациентом [15].

Проведение диагностического обследования сопровождается еще одним методологическим ограничением, связанным с отсутствием доказуемой степени достоверности в понимании больным инструкции и правильной интерпретации нейропсихологом действий пациента при выполнении инструкции. В этом случае важно дифференцировать, что пациент правильно понял инструкцию и что его реакция соответствует инструкции, а не другим побочным факторам.

Известно, что оценка по стандартизированным протоколам требует единой системы предъявления и интерпретации. В то же время, например, отмечаются различия в экспертной оценке сознания у пациентов с ХНС врачами разных специальностей (например, невролога, нейрохирурга и анестезиолога-реаниматолога) и результатами оценки сознания по шкале CRS-R [17]. Также следует отметить, что один и тот же пациент может давать вариативные ответные реакции в повторных обследованиях. Некоторые авторы отмечают не только влияние времени суток, утомляемости пациента на качество проявляемых ответных реакций, но и положение пациента во время проведения шкальной оценки: так, пациенты в вертикальном положении имели больший набор ответных реакций и получали более высокий балл по шкале WHIM [18].

По мере увеличения функциональности поведения пациента диагностика психических функций может становиться более детальной и «прицельной». Это означает, что по выходу из состояния минимального сознания «минус» (СМС «-») к оценке психических функций становится возможным подключение соответствующего специалиста — медицинского психолога (нейропсихолога). Проводимая



им нейropsychологическая диагностика позволит выстроить программу реабилитации (схему коррекционно-восстановительных занятий) уже на основе определения имеющихся нарушений психических функций.

Следует отметить, что оценка поведенческих проявлений у пациента должна дополняться другими объективными методами диагностики. Инструментальные методы могут использоваться в случае затруднений при постановке диагноза, если признаки сознания, фиксируемые специалистами в ходе поведенческой оценки, неоднозначны или выявляются факторы, искажающие достоверную оценку этих признаков. Их использование может подтвердить правильность подбора предъявляемых нейropsychологом стимулов на основе наличия соответствующих мозговых реакций и подобрать индивидуальный набор стимулов для проведения реабилитационных мероприятий. Тогда, согласно практическим рекомендациям для специалистов в сфере реабилитации пациентов с нарушениями сознания, допустимо использовать специализированные инструментальные методы для уточнения состояния сознания, таких как функциональная магнитно-резонансная томография, диффузно-тензорная методика визуализации, позитронно-эмиссионная томография, электроэнцефалография и транскраниальная магнитная стимуляция с электроэнцефалографией [19].

Следует отметить, что у инструментальных методов есть и свои ограничения. К ним можно отнести: низкую доступность самих аппаратов и их дороговизну; невозможность постоянного проведения таких обследований (особенно в лонгитюдном исследовании) с учетом лучевой нагрузки пациента, наличие металлических имплантатов в теле пациента, двигательное возбуждение и др.

### **Реабилитационная работа нейropsychолога с пациентами при нарушениях сознания**

#### **Проблема постановки цели на этапе реабилитационной работы**

Как в мультидисциплинарной, так и в непосредственной нейropsychологической реабилитационной работе с пациентом с нарушениями сознания остро стоит вопрос о постановке реабилитационной цели. Параметры цели определяются по методике SMART (Specific — Конкретный; Measurable — Измеримый; Achievable — Достижимый; Relevant — Значимый; Time-bound — Ограниченный во времени). Сама цель охватывает не все имеющиеся трудности у пациента, а только те, что актуальны для самого пациента и его родственников на момент начала реабилитации. Необходимо учитывать, что вся реабилитационная программа для пациента с более низким уровнем сознания будет проводиться в пассивном режиме [20], тогда как при более высоком уровне сознания, близком, например, к «выходу из СМС», возможно частичное включение пациента в активную работу. Такие ограничения существенны, так как эффективность реабилитационной работы напрямую зависит от активности, вовлеченности и мотивированности пациента в процессе реабилитации.

Специалисты-нейropsychологи, использующие методологию отечественного подхода, ставят следующие кратко- и долгосрочные задачи [10, 21]:

- расширение и углубление уровня контакта пациента с внешним миром, расширение количества и вариативности невербальных сигналов пациента для коммуникации с внешним миром;

- диагностика возможностей невербальной коммуникации (в том числе подбор средств альтернативной коммуникации);
- формирование устойчивой взаимосвязи между различными телесными проявлениями самого пациента (например, дыханием) и воздействиями извне;
- восстановление навыков осуществления психической деятельности;
- оживление накопленных большим знанием (чувственных, абстрактных, полученных в процессе учебы и общения с окружающими);
- восстановление произвольной психической деятельности, инициативы, активного стремления к завершению действий, к сложной познавательной и психомоторной деятельности.

В то же время реальная практика показывает наличие значительных трудностей в постановке целей и задач, определении временных возможностей реабилитации пациентов в сниженном состоянии сознания. Недостаточность диагностических данных о структуре нейropsychологического дефицита не позволяет выстроить дальнейшую программу реабилитации ВПФ как структурной основы сознания.

### **Сенсорная стимуляция как ведущее направление реабилитационной работы**

Среди реабилитационных мероприятий, направленных на восстановление сознания и выполняемых при участии клинических психологов, ведущая роль на ранних этапах восстановления принадлежит программам сенсорной стимуляции, которую может выполнять любой обученный участник МДБ [15, 22].

Сенсорная стимуляция у пациентов с расстройствами сознания направлена на стимулирование возбуждения и поведенческой реакции с помощью стимулов окружающей среды [23]. В основе теории сенсорной стимуляции лежит предположение о том, что пациенты с нарушениями сознания страдают от депривации, а структурированная стимуляция (визуальная, слуховая, тактильная, обонятельная и вкусовая) позволяет снизить ее воздействие и способствует активации механизмов нейропластичности, оптимизируя восстановление.

В разных форматах использования метода стимуляции [23–26] неизменным остается его основа — воздействие на сенсорные системы пациента путем предъявления ему стимулов. Основными требованиями к стимулам являются простота, частотность, повторяемость и обязательно связь с индивидуальным (в том числе эмоциональным) опытом пациента; стимулы предъявляются от подпороговых до пороговых, от умеренных до сильных.

В отечественном подходе к нейropsychологической реабилитации пациентов с нарушениями сознания используется аналог сенсорной стимуляции — психостимулотерапия: комплекс мероприятий, в рамках которых проводится воздействие на функции полушарий мозга путем активной внешней стимуляции (неречевой и речевой), направленной на изменение содержания психической деятельности пациента, в зависимости от которого больше активируются левое или правое полушарие мозга [11, 27].

Особенностью отечественного понимания сенсорной стимуляции (психостимулотерапии) является использование вербального опосредования действий и вторичное

задействование импрессивной речи пациента для установления контакта (например, обращения к больному, инструкции, просьбы, вопросы, информационные сообщения, разъяснительные и коррекционные беседы). В зависимости от этапа восстановления сознания формируется разный уровень взаимодействий специалиста / ухаживающего лица и пациента: только пассивное взаимодействие, активно-пассивное взаимодействие, активное (возможно непродолжительное) взаимодействие. На каждом этапе формируются свои основные задачи, поэтому программа психостимулотерапии подбирается индивидуально [28].

### Виды и программы сенсорной стимуляции

В зависимости от вариативности и интенсивности предъявления стимулов в рамках тех или иных модальностей исследователями с 1980-х гг. разработано много программ сенсорной стимуляции (психостимулотерапии). Однако доказательная база этого метода при работе с нарушениями сознания крайне ограничена и основывается на анализе частных случаев и методов работы [29]. Особый интерес в профессиональном сообществе вызывают исследования, где удалось добиться перехода из вегетативного состояния в состояние минимального сознания или в ясное сознание [15, 30]. В этих случаях было бы полезно рассмотреть используемые методики и технологии работы. Однако в связи с широкой вариативностью состояний пациента при травматических и нетравматических повреждениях головного мозга, нарушениях сознания и особенностей анамнестических данных воспроизводимость результатов успешных исследований с благоприятным исходом невелика.

Споры относительно преимуществ и недостатков таких мультимодальных программ стимуляции побудили специалистов сравнить в систематическом обзоре рандомизированные контролируемые исследования психостимулотерапии и стандартных методов реабилитации. Так, в 1999 г. Кокрановская группа исследователей не обнаружила надежных доказательств, которые прямо опровергали или подтверждали эффективность в восстановлении уровня сознания при использовании сенсорной стимуляции с пациентами в ВС или коме [31].

С точки зрения доступности такой метод реабилитации не требует больших финансовых вложений, малоинвазивен и безопасен. Именно по этой причине он используется повсеместно [32], несмотря на крайне низкую степень доказанной эффективности.

### Интенсивность воздействий при сенсорной стимуляции

Сроки и интенсивность использования сенсорной стимуляции в реабилитационных программах, предлагаемых разными авторами, значительно варьируется: один или два занятия стимуляцией в день (по 60 минут каждое) [25], один сеанс мультимодальной стимуляции и один сеанс одномодальной стимуляции в день (по 10 минут каждый) [26], ежечасный цикл стимуляции (по 15–20 минут, по 12–14 часов в день, 6 дней в неделю) [24].

В ряде исследований было показано, что у лиц, получивших более 90 минут реабилитационных мероприятий в день, были зафиксированы: улучшение уровня общей активности (возбуждения), расширение диапазона реакции на слуховые, зрительные, двигательные стимулы,

а у некоторых наблюдалось улучшение в освоении отдельных навыков (например, участие при мытье лица, расчесывании волос, одевании одежды и в простых гигиенических процедурах) [30]. В другом исследовании при сенсорных воздействиях на пациентов в ВС/КАБ и в СМС (20 минут 3 дня в неделю в течение 4 недель) у пациентов в состоянии минимального сознания наблюдалось увеличение возбуждения и оромоторных функций по шкале CRS-R, но не было обнаружено более высоких баллов для других подшкал (т. е. зрительной, моторной или коммуникативной) [33].

В клинической практике чаще используется постепенное наращивание продолжительности и частоты занятий в день, также рекомендуется проводить такие курсы занятий с различной степенью интенсивности, чтобы не перегружать пациента и одновременно с этим тестировать новый и по возможности более сложный уровень предъявления инструкций и закреплять пройденное. В нескольких исследованиях по увеличению интенсивности терапии (от 30 минут до 2–4 часов в день) в первые три месяца пациенты имели более высокие показатели функциональной независимости (Functional Independence Measure, FIM) и результаты по шкале комы Глазго по сравнению с пациентами, получавшими стандартную интенсивность терапии [34, 35].

Стоит отметить, что в гонке с нарастанием интенсивности использования стимулотерапии «как можно чаще и больше» нужно быть аккуратными и экологичными, поскольку в ответ на чрезмерную нагрузку на сенсорную систему пациента можно получить обратный эффект — произойдет привыкание пациента к сильным стимулам и порог возбуждения и получения реакции повысится, организм защитится от лишней сенсорной информации. В связи с этим был предложен подход «сенсорной регуляции», основанный на концепции регулирования способа доставки стимуляции (т. е. создания спокойной обстановки, регулирования способа общения персонала и специалистов с пациентом и т. д.) [36, 37].

При отсутствии противопоказаний мультимодальная стимуляция обычно используется для пациентов с ВС и СМС на протяжении всего пребывания в отделении реабилитации ежедневно. Частота и интенсивность занятий регулируется в зависимости от состояния пациента и поставленных междисциплинарной командой реабилитационных целей.

Реакции, которые можно наблюдать в результате такого стимулирования, прописаны в большинстве протоколов количественных (поведенческих) оценок — локализация прикосновения, болевого ощущения, поворот головы в сторону слухового, зрительного, тактильного стимула, действие по инструкции, ответ на закрытые вопросы «да/нет» вербально или через альтернативные способы коммуникации.

Продолжительность и частота проведения занятия также должны быть самостоятельно определены специалистом, проводящим диагностику, по результатам проведенного обследования и с учетом нейродинамических особенностей психической деятельности пациента. Опыт проведения занятий в ФГБУ ФЦМН ФМБА России и ГБУЗ НИИ неотложной детской хирургии и травматологии ДЗ г. Москвы позволяет рекомендовать проведение психостимулотерапии 1–2 раза в день в течение 10–20 минут. Такой режим обеспечивает системное воздействие (на период госпитализации пациента). При расширении воз-

возможностей пациента, снижении инертности психических процессов длительность занятий может быть увеличена до 30 минут в день.

### Подбор индивидуальных стимулов для проведения психостимулотерапии

В вопросе о подборе индивидуально значимых стимулов и формировании набора стимулов, реакция на которые наиболее выражена, нет единых рекомендаций. Одним из способов подбора стимулов является проведение мультидисциплинарной бригадой специалистов тестовых воздействий стимулами и дальнейшего соотнесения реакции с динамикой изменений оценки по шкале CRS-R. Стимулы, вызывающие стабильную сильную реакцию, доступную оценке с помощью CRS-R, отбираются и используются на ежедневных занятиях [8]. В литературе не нашлось четкого ответа на вопрос, кто именно в реабилитационной бригаде должен проводить занятия и подбирать для них стимулы. Предполагается, что эту функцию может на себя взять медицинский психолог (нейропсихолог) или, в случае отсутствия такового в отделении, медицинский логопед. Другим способом формирования набора стимулирующих воздействий является изучение индивидуального сенсорного профиля, позволяющее определить приоритетный канал сенсорной стимуляции при работе с пациентом [38].

Основные сферы, упоминаемые в литературе и применяемые в большинстве программ сенсорной стимуляции [15, 30, 33]:

- визуальная сфера (с использованием компьютерных программ): предъявление ярких предметов, изображений знакомых людей, собственной фотографии пациента, а также зеркала;
- слуховая сфера (с использованием устройств, воспроизводящих музыку): предъявление бытовых шумов, знакомых и незнакомых звуков, голосов, музыки;
- тактильная сфера: предъявление прикосновений для различных кожных рецепторов, вкладывание предметов в руку, перемещение пациента, пассивное сопряженное движение конечностями в положении лежа, лежа на боку или стоя.

Таким образом, в литературе накапливается опыт использования отдельных методик в рамках общей концепции сенсорной стимуляции, однако однозначного решения о ее эффективности и содержании нет [39].

### Сроки проведения реабилитации

На сегодняшний день не существует стандартных рекомендаций по наиболее подходящему режиму реабилитации, сроков вмешательства и используемым методам для пациентов с нарушениями сознания. Точно неизвестно,

какое именно количество психостимулирующих занятий необходимо провести, в какой момент данная реабилитация должна начаться (с острого периода, по стабилизации жизненно важных показателей пациента или позже), в какой момент возможен перевод пациента в стационар медицинской реабилитации и, что важнее, на амбулаторный этап. Это во многом связано с тем, что количество исследований, оценивающих эффективность тех или иных реабилитационных мероприятий в длительном срезе наблюдений невелико. Для пациентов с хроническими нарушениями сознания возможности реабилитации ограничены коротким сроком госпитализации, что не позволяет провести полноценную восстановительную работу, позволяющую выявить положительную динамику в состоянии сознания. В литературе встречаются единичные исследования, которые ставили своей целью апробировать методики работы с пациентами в СМС (+/-), длительностью от 7 до 120 дней [15], но этих данных недостаточно для формирования однозначных выводов о связи стратегии нейропсихологической работы и сроках реабилитации пациентов.

В целом рекомендуется начинать реабилитацию как можно раньше [40], в зависимости от соматического состояния пациента [41]. Ограничений по длительности курса занятий в литературе не обнаружено. Предположительно следует проводить занятия до момента появления произвольных и системных поведенческих реакций пациента, а затем увеличивать спектр взаимодействия пациента с внешним миром (в том числе рассмотреть возможность подбора альтернативных средств коммуникации с пациентом).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На современном этапе развития нейропсихологической работы с пациентами с нарушениями сознания нет единого утвержденного и подробного протокола, регламентирующего проведение нейропсихологической диагностики и нейрореабилитации с ними. Проведенный анализ публикаций по теме сопровождения пациентов с нарушениями сознания отражает наличие ряда нерешенных вопросов.

К числу наиболее существенных относятся разработка методологии нейропсихологической диагностики и нейрореабилитации, в частности, подходов к оценке нарушенных и интактных функций; параметров оценки динамики восстановления. Особое значение для этой категории пациентов приобретает междисциплинарный подход, например, дополнительное использование и включение в протокол обследования инструментальных (нейрофизиологических) методов, проводимых в сочетании с нейропсихологической оценкой.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Ерохина Екатерина Вадимовна**, медицинский психолог отделения медицинской реабилитации ФГБУ «Федеральный центр мозга и нейротехнологий» ФМБА России.

ORCID: <https://orcid.org/>

**Седова Любовь Игоревна**, медицинский психолог неврологического отделения ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр «Лечебно-реабилитационный центр»» Минздрава России.

E-mail: [erohina\\_e@fccps.ru](mailto:erohina_e@fccps.ru);

ORCID: <https://orcid.org/>

**Бусыгина Ксения Олеговна**, медицинский психолог отделения медицинской реабилитации ФГБУ «Федеральный центр мозга и нейротехнологий» ФМБА России.

ORCID: <https://orcid.org/>

**Фуфаева Екатерина Валерьевна**, заведующая отделом психолого-педагогической помощи отдела реабилитации НИИ неот-



ложной детской хирургии и травматологии.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7556-0745>

**Микадзе Юрий Владимирович**, доктор психологических наук, профессор, ведущий научный сотрудник отдела медицинской реабилитации ФГБУ «Федеральный центр мозга и нейротехнологий» ФМБА России, профессор кафедры нейро- и патопсихологии факультета психологии Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8137-9611>

**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: Ерохина Е.В., Седова Л.И. — поисково-аналитическая работа, написание и обсуждение текста статьи; Бусыгина К.О. — поисково-аналитическая работа; Фуфаева Е.В. — написание и редактирование текста статьи; Микадзе Ю.В. — обсуждение и редактирование текста статьи.

**Источники финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

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

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

## ADDITIONAL INFORMATION

**Ekaterina V. Erokhina**, Medical Psychologist, Medical Rehabilitation Department, Federal Center of Brain and Neurotechnologies of the Federal Medical and Biological Agency of the Russian Federation. ORCID: <https://orcid.org/>

**Lyubov I. Sedova**, Medical Psychologist, Neurology Department, National Medical Research Center, Center for Treatment and Rehabilitation.

E-mail: [erohina\\_e@fccps.ru](mailto:erohina_e@fccps.ru);

ORCID: <https://orcid.org/>

**Ksenia O. Busygina**, Medical Psychologist, Medical Rehabilitation Department, Federal Center of Brain and Neurotechnologies of the Federal Medical and Biological Agency of the Russian Federation.

ORCID: <https://orcid.org/>

**Ekaterina V. Fufaeva**, Head of the Department of Psychological and Pedagogical Assistance, Rehabilitation Department, Clinical and Research Institute of Emergency Pediatric Surgery and Traumatology.

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7556-0745>

**Yury V. Mikadze**, Dr. Sci. (Psych.), Professor, Leading Researcher,

Medical Rehabilitation Department, Federal Center of Brain and Neurotechnologies of the Federal Medical and Biological Agency of the Russian Federation, Professor of the Department of Neuro- and Pathopsychology, Lomonosov Moscow State University.

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8137-9611>

**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: Erokhina E.V., Sedova L.I. — search and analytical work, writing and discussing the text of the article, Busygina K.O. — search and analytical work, Mikadze Y.V. — discussing and editing the text of the article, Fufaeva E.V. — writing and editing the text of the article.

**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.

**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. Анохин К.В. Когнитом: в поисках фундаментальной нейронаучной теории сознания. Журнал высшей нервной деятельности. 2021; 71(1): 39–71. <https://doi.org/10.31857/s0044467721010032> [Anokhin K.V. Cognitome: in search of fundamental neuroscience theory of consciousness. Journal of higher nervous activity, 2021; 71(1): 39–71. <https://doi.org/10.31857/s0044467721010032> (In Russ.).]
2. Edelman G.M. Neural Darwinism: The theory of neuronal group selection. 1987; p. 240
3. Анохин П.К. Теория функциональной системы как основа для понимания компенсаторных процессов организма. Ученые записки. МГУ: Психология. 1947; 2: 32–41. [Anokhin P.K. The theory of functional system as a basis for understanding the compensatory processes of the body. Scientists' records, MSU: Psychology. 1947; 2: 32–41. (In Russ.).]
4. Выготский Л.С. Мышление и речь. Собрание сочинений. Педагогика. 1982; 2: 5–361, 215 с. [Vygotsky L.S. Thinking and Speech. Collected Works: Pedagogika. 1982; 2: 5–361, 215 p. (In Russ.).]
5. Гордеева О.В. Проблема структуры сознания в трудах Л.С. Выготского. Мир психологии. 1999; 1: 111–118. [Gordeeva O.V. The problem of the structure of consciousness in the works of L.S. Vygotsky. The World of Psychology. 1999; 1: 111–118. (In Russ.).]
6. Лурия А.Р. Язык и сознание. МГУ. 1979. [Luria A.R. Language and consciousness. MSU. 1979. (In Russ.).]
7. Хомская Е.Д. Нейропсихология. 2005; 496 с. [Khomskaia E.D., Neuropsychology. 2005; 496 p. (In Russ.).]
8. Хронические нарушения сознания. Клинические рекомендации. Доступно на сайте Союза реабилитологов: <https://rehabrus.ru/materialy/klinicheskie-rekomendaczii.html> (дата обращения: 20.12.2022). [Chronic disorders of consciousness. Clinical recommendations. Presented on the website of the Rehabilitation Union: <https://rehabrus.ru/materialy/klinicheskie-rekomendaczii.html> (accessed: 20.12.2022) (In Russ.).]
9. Белкин В.А., Ильина К.А., Рябинкина Ю.В. Феномен когнитивно-моторного разобщения среди пациентов с хроническими нарушениями сознания: литературный обзор. Анналы клинической и экспериментальной неврологии. 2021; 15(3): 54–61. <https://doi.org/10.54101/acen.2021.3.6> [Belkin V.A., Ilina K.A., Ryabinkina Y.V. Cognitive motor dissociation in patients with chronic disorders of consciousness: a literature review. Annals of clinical and experimental neurology. 2021; 15(3) 56–61. <https://doi.org/10.54101/acen.2021.3.6> (In Russ.).]
10. Ахутина Т.В., Варако Н.А., Григорьева В.Н. и др. Нейропсихологическая диагностика и реабилитация пациентов с нарушениями сознания после повреждения головного мозга. Клинические рекомендации. Москва, 2016 [Akhutina T.V., Varako N.A., Grigorieva V.N. et al. Neuropsychological diagnosis and rehabilitation of patients with impaired consciousness after brain damage. Clinical guidelines. Moscow, 2016 (In Russ.).]
11. Доброхотова Т.А. Нейропсихиатрия. 2006; 304 с. [Dobrokhotova T.A. Neuropsychiatry. 2006; 304 p. (In Russ.).]



12. Фуфаева Е.В., Микадзе Ю.В., Черкасова А.Н. и др. Восстановление сознания: возможности нейропсихологической оценки и реабилитации. Вестник Московского университета. Психология. 2021; 3: 102–128. <https://doi.org/10.11621/vsp.2021.03.06> [Fufaeva E.V., Mikadze Y.V., Cherkasova A.N. et al. Recovery of consciousness: opportunities for neuropsychological assessment and rehabilitation. Moscow University Psychology Bulletin. 2021; 3: 102–128. <https://doi.org/10.11621/vsp.2021.03.06> (In Russ.).]
13. Bodien Y.G., Katz D.I., Schiff N.D., Giacino J.T. Behavioral Assessment of Patients with Disorders of Consciousness. *Semin Neurol.* 2022; 42(3): 249–258. <https://doi.org/10.1055/s-0042-1756298>
14. Schnakers C., Vanhau denhuysse A., Giacino J. et al. Diagnostic accuracy of the vegetative and minimally conscious state: clinical consensus versus standardized neurobehavioral assessment. *BMC Neurology.* 2009; 9: 35. <https://doi.org/10.1186/1471-2377-9-35>
15. Bekinschtein T., Tiberti C., Niklison J. Assessing level of consciousness and cognitive changes from vegetative state to full recovery. *Neuropsychological Rehabilitation.* 2005; 15(3–4): 307–322. <https://doi.org/10.1080/09602010443000443>
16. Murphy L. The Cognitive Assessment by Visual Election (CAVE): A pilot study to develop a cognitive assessment tool for people emerging from disorders of consciousness, *Neuropsychological Rehabilitation*, 2018. <https://doi.org/10.1080/09602011.2018.1454327>
17. Соловьёва П.И., Синкин М.В., Талыпов А.Э. и др. Клиническая оценка пациентов с хроническим нарушением сознания врачами разных специальностей. *Анналы клинической и экспериментальной неврологии.* 2022; 16(2): 44–49. <https://doi.org/10.54101/acen.2022.2.5> [Solovyeva P.I., Sinkin M.V., Talyпов A.E. et al. Clinical assessment of patients with chronic disorders of consciousness by different medical specialists. 2022; 16(2) 44–49. <https://doi.org/10.54101/acen.2022.2.5> (In Russ.).]
18. Wilson B., Dhamapurkar S., Tunnard C. et al. The Effect of Positioning on the Level of Arousal and Awareness in Patients in the Vegetative State or the Minimally Conscious State: A Replication and Extension of a Previous Finding. *Brain Impairment.* 2013; 14(3): 475–479. <https://doi.org/10.1017/brimp.2013.34>
19. Giacino J.T., Katz D.I., Schiff N.D. et al. Practice guideline update recommendations summary: Disorders of consciousness: Report of the Guideline Development, Dissemination, and Implementation Subcommittee of the American Academy of Neurology; the American Congress of Rehabilitation Medicine and the National Institute on Disability, Independent Living, and Rehabilitation Research. *Neurology.* 2018; 91(10) 9: 450–460. <https://doi.org/10.1212/wnl.00000000000005926>
20. Maksakova O., Gusarova S., Ignatieva N., Maksakov V. et al. Rehabilitation Team and Consciousness Restoration. 6th World Congress for Neurorehabilitation. 2010; 3: 21–25
21. Быкова В.И., Семенова Ж.Б., Фуфаева Е.В. и др. Психологическая реабилитация детей после тяжелой черепно-мозговой травмы. *Нейрохирургия и неврология детского возраста.* 2012; 2–3(32–33): 161–167. [Bykova V.I., Semenova Zh.B., Fufaeva E.V., Lvova E.A., Valiullina S.A. Psychological rehabilitation of children after severe traumatic brain injury. *Neurosurgery and neurology of childhood.* 2012; 2–3(32–33): 161–167. (In Russ.).]
22. Grieve S, Chapter 21 — Disorders of Consciousness: Coma, Vegetative State, and Minimally Conscious State. 2007; 580–597. <https://doi.org/10.1016/b978-072160361-2.50024-7>
23. Giacino J. Sensory stimulation: theoretical perspectives and the evidence for effectiveness. *NeuroRehabilitation.* 1996; 6: 69–78. <https://doi.org/10.3233/NRE-1996-6108>
24. Doman G., Wilkinson R., Dimancescu M.D., Pelligra R. The effect of intense multisensory stimulation on coma arousal and recovery. *Neuropsychological Rehabilitation.* 1993; 3(2): 203–212. <https://doi.org/10.1080/09602019308401436>
25. Mitchell S., Bradley V.A., Welch J.L., Britton P.G. Coma arousal procedure: a therapeutic intervention in the treatment of head injury. *Brain Injury* 1990; 4(3) 2: 73–9. <https://doi.org/10.3109/02699059009026177>
26. Wilson S.L., Powell G.E., Elliot K. et al. Sensory stimulation in prolonged coma: four single case studies. *Brain Injury* 1991; 5(4): 393–400. <https://doi.org/10.3109/02699059109008112>
27. Зайцев О.С., Царенко С.В. Нейрореаниматология. Выход из комы (терапия посткоматозных состояний). 2012; 120 с. [Zaitsev O.S., Tsarenko S.V. Neuro-resuscitation. Coming out of a coma (therapy of postcomatous states). 2012; p. 120. (In Russ.).]
28. Закрепина А. В. Педагогические технологии в комплексной реабилитации детей с тяжелой черепно-мозговой травмой. *Парадигма.* 2012; 302 с. [Zakrepina A.V. Pedagogical technologies in complex rehabilitation of children with severe traumatic brain injury. *Paradigma.* 2012; p. 302. (In Russ.).]
29. Di H., Schnakers C. Chapter. Sensory stimulation program. *Coma and Disorders of Consciousness*, 2012; 97–103. [https://doi.org/10.1007/978-1-4471-2440-5\\_10](https://doi.org/10.1007/978-1-4471-2440-5_10)
30. Seel R.T., Douglas J., Dennison A.C. et al. Specialized early treatment for persons with disorders of consciousness: Program components and outcomes. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.* 2013; 94(10) 10: 1908–1923. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2012.11.052>
31. Lombardi F., Taricco M., De Tanti A., Telaro E. et al. Sensory stimulation for brain injured individuals in coma or vegetative state. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2002; 2: <https://doi.org/10.1002/14651858.cd001427>
32. Abbate C., Trimarchi P.D., Basile I. et al. Sensory stimulation for patients with disorders of consciousness: from stimulation to rehabilitation. *Front Hum Neurosci.* 2014; 11(8): 616. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00616>
33. Cheng L., Cortese D., Martin M.M. et al. Do Sensory Stimulation Programs Have an Impact on Consciousness Recovery? *Frontiers in Neurology.* 2018; 2(9)10: 826. <https://doi.org/10.3389/fneur.2018.00826>
34. Shiel A., Burn J.P., Henry D. The effects of increased rehabilitation therapy after brain injury: Results of a prospective controlled trial. *Clinical Rehabilitation.* 2001; 15, 501–514. <https://doi.org/10.1191/026921501680425225>
35. Zhu X.L., Poon W.S., Chan C.H., Chan S.H. Does intensive rehabilitation improve the functional outcome of patients with traumatic brain injury? Interim result of a randomized controlled trial. *Br. J. Neurosurg.* 2001; 15: 464–473.
36. Wood R., Winkowski T.B., Miller J.L., Tierney L. et al. Evaluating sensory regulation as a method to improve awareness in patients with altered states of consciousness: a pilot study. *Brain Injury* 1992; 6(5): 411–8). <https://doi.org/10.3109/02699059209008137>
37. Wood R.L. Critical analysis of the concept of sensory stimulation for patients in vegetative states. *Brain Injury.* 1991; 4: 401–10. <https://doi.org/10.3109/02699059109008113>
38. Бердникович Е.С. Восстановление речевых нарушений — постинсультная афазия. Социально-гуманитарные знания. 2014; 3. [Berdnikovich E.S. Recovery of speech disorders — post-stroke aphasia. *Social and humanitarian knowledge.* 2014; 3 (In Russ.).]
39. Schnakers C., Edlow B.L., Chatelle C., Giacino J.T. Minimally Conscious State. *The Neurology of Consciousness: Cognitive Neuroscience and Neuropathology.* 2015; 167–185. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-800948-2.00011-x>
40. Oberholzer M., Müri R.M. Neurorehabilitation of Traumatic Brain Injury (TBI): A Clinical Review. *Medical Science.* 2019; 7(3): 47. <https://doi.org/10.3390/medsci7030047>
41. Greenwald B.D., Rigg J.L. Neurorehabilitation in traumatic brain injury: Does it make a difference? *Mt. Sinai J. Med. N. Y.* 2009; 76: 182–189. <https://doi.org/10.1002/msj.20103>

## Математическое моделирование рисков развития стрессогенных заболеваний. Обзор

 Терехов А.С.\*  Яковлев М.Ю.

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

### РЕЗЮМЕ

**ВВЕДЕНИЕ.** Роль стресса как одного из факторов риска развития хронических неинфекционных заболеваний, включая болезни системы кровообращения, аутоиммунные расстройства и психические расстройства, а также невротические состояния, такие как депрессия и тревожность, подчеркивает необходимость раннего прогнозирования и разработки комплексных программ коррекции.

**ЦЕЛЬ.** Провести комплексный анализ российских и международных публикаций в базах данных PubMed, eLibrary, and CyberLeninka за период с 2011 по 2023 г., используя запросы, относящиеся к влиянию стресса на организм человека, методам диагностирования стресса и математическому моделированию рисков развития стрессогенных заболеваний. Ключевые слова для запросов: влияние стресса, прогнозная модель, математическое моделирование, stress, mathematical model, stress-related diseases.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Изучение публикаций выявило, что хронический стресс оказывает существенное негативное влияние на организм, верифицированно приводя к расстройствам пищеварительной, нервной, эндокринной, сердечно-сосудистой и иммунной систем. На современном этапе диагностика стресса осуществляется с использованием анкетирования и инструментальных исследований, при этом каждый из методов имеет свои преимущества и ограничения. В ряде научных работ подчеркивается значение математического моделирования как инструмента для моделирования воздействия стресса на организм и анализа ключевых механизмов, предрасполагающих к развитию патологий. Алгоритмы формирования прогностических моделей, представленные в данной публикации, могут послужить основой для разработки автоматизированной экспертно-консультационной системы.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** математическая модель, стресс, стрессогенные заболевания, диагностика стресса, опросники, профессиональное здоровье.

**Для цитирования / For citation:** Терехов А.С., Яковлев М.Ю. Математическое моделирование рисков развития стрессогенных заболеваний. Обзор. Вестник восстановительной медицины. 2023; 22(4):159-166. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-159-166> [Terehov A.S., Yakovlev M.Yu. Mathematical Modeling of the Risks of Stress-Related Diseases: a Review. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(4):159-166. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-159-166> (In Russ.)]

\* **Для корреспонденции:** Терехов Андрей Сергеевич, E-mail: [terehovas@nmicrk.ru](mailto:terehovas@nmicrk.ru)

Статья получена: 17.05.2023  
Статья принята к печати: 10.06.2023  
Статья опубликована: 31.08.2023

# Mathematical Modeling of the Risks of Stress-Related Diseases: a Review

 Andrew S. Terehov\*,  Maxim Yu. Yakovlev

National Medical Research Centre for Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russia

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** Stress is one of the risk factors for chronic non-communicable diseases, such as cardiovascular diseases, autoimmune disorders, mental disorders, and neurotic conditions like depression and anxiety. Therefore, it is important to predict and correct stress-related problems early.

**AIM.** To assess the impact of stress on the human body, a comprehensive review of both Russian and international sources was conducted across databases like PubMed, eLibrary, and CyberLeninka for the period 2011–2023. The search terms used included “stress effect”, “predictive model”, “mathematical modeling”, “stress”, “mathematical model”, and “stress-related diseases”.

**CONCLUSION.** The literature review has revealed that chronic stress exerts a significant negative impact on the human body, verifiably leading to disorders of the digestive, nervous, endocrine, cardiovascular, and immune systems. At the current stage, stress diagnosis is conducted using both questionnaire methods and instrumental techniques, each having its respective advantages and limitations. Several scientific studies emphasize the importance of mathematical modeling as a tool for simulating the effects of stress on the body and analyzing the key mechanisms predisposing to the development of pathologies. The algorithms for constructing predictive models presented in this publication may serve as a foundation for the development of an automated expert advisory system.

**KEYWORDS:** chronic stress, stress-related disease, mathematical modeling, stress diagnostics, questionnaires, professional health.

**For citation:** Terehov A.S., Yakovlev M.Y. Mathematical Modeling of the Risks of Stress-Related Diseases: a Review. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(4):159-166. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-159-166> (In Russ.).

\* **For correspondence:** Andrew S. Terehov, E-mail: [terehovas@nmcirk.ru](mailto:terehovas@nmcirk.ru)

**Received:** 17.05.2023

**Accepted:** 10.06.2023

**Published:** 31.08.2023

## ВВЕДЕНИЕ

Современная медицина выделяет восемь составляющих здоровья: физическую, интеллектуальную, социальную, профессиональную, психоэмоциональную, духовную, репродуктивную, а также комплекс знаний о здоровом образе жизни [1].

При этом восстановительная медицина при оценке состояния здоровья руководствуется не столько нозологическим подходом, сколько оценкой саморегуляторных способностей и адаптивных возможностей, т. е. функциональных резервов организма. Выделяются четыре стадии напряжения регуляторных систем: норма, при которой гомеостаз поддерживается минимальным их напряжением; донозологические состояния, при которых напряжение регуляторных систем не позволяет снизить функциональные резервы в покое, но чувствительно к нагрузкам; преморбидные состояния, при которых имеется значительное напряжение регуляторных систем, снижаются функциональные резервы и включаются дополнительные компенсаторные механизмы; наконец срыв адаптации, при котором функциональные резервы значительно снижены, идет нарушение гомеостаза и развитие патологических состояний [2].

Например, некоторые исследователи, в частности В.А. Пономаренко, вводят термин профессионального здоровья именно как способности организма сохранять компенсаторные и защитные механизмы, которые обеспечивают профессиональную надежность и работоспособность человека независимо от условий профессиональной деятельности [3].

К показателям нарушения профессионального здоровья можно отнести [4], среди прочего, и наличие острого или хронического стресса. Классическое определение стресса в своих работах предложил Уолтер Кэннон, позже оно было использовано Гансом Селье в его работах, посвященных адаптационному синдрому [5]. По нашему мнению, наиболее полно понятие стресса отражает определение его как напряжения регуляторных систем, возникшего из-за сдвига показателей гомеостаза при воздействии факторов большой интенсивности или длительности, внутренних или внешних. При этом современные исследователи выделяют отдельные аспекты стресса, например, профессиональный стресс у работников экстремальных профессий и экологический стресс [6], иммобилизационный, эмоциональный, информационный стресс [7].

В целом стресс является распространенным и повсеместным явлением в современном обществе. Оно

может быть вызвано различными причинами, включая воздействие физических (перегрев, охлаждение, травмы), социальных (работу, отношения, финансы) и внутренних факторов (проблемы с психическим и физическим здоровьем) [8]. И в первую очередь наиболее выраженное воздействие стрессорных факторов наблюдается у лиц со сниженными функциональными резервами организма. При этом, по данным ряда исследований, стрессорные факторы, ведущие к перенапряжению регуляторных систем, а следственно — и к снижению функциональных резервов организма, с последующим срывом адаптации, являются ведущей причиной развития хронических неинфекционных заболеваний [9].

### СТРЕССОГЕННЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ

Так, в последние годы появляется все больше доказательств влияния стресса на развитие различных соматических и психических заболеваний, включая сердечно-сосудистые заболевания, болезни органов пищеварения, гемопэтические процессы, аутоиммунные расстройства, депрессию и тревожное расстройство личности [10, 11]. Данную группу заболеваний в англоязычной литературе часто называют словосочетанием *stress-induced* или *stress-related diseases* [11, 12], т. е. стрессогенными или стресс-зависимыми заболеваниями. Ведущую роль в их развитии играет дезадаптация, т. е. нарушение баланса между стресс-реализующей и стресс-лимитирующей системами организма, возникшее из-за несоответствия между фенотипом, генотипом и неблагоприятными факторами внешней среды большой интенсивности или длительности.

#### Иммунная система

Прежде всего хронический стресс оказывает постоянное воздействие на организм, приводя к состоянию воспаления, которое связано с развитием и прогрессированием многих соматических заболеваний [13]. Воспаление представляет собой биологическую реакцию на травму, инфекцию или другие формы стрессового воздействия и является важнейшим компонентом иммунной системы. Когда иммунная система активируется, например, при травме или воздействии вирусных частиц, она вырабатывает цитокины [14] и другие компоненты, которые воздействуют на очаг воспаления и помогают восстановить повреждение. Однако хронический стресс подавляет иммунный ответ, что способствует развитию и прогрессированию воспалительных реакций, соматических заболеваний.

#### Пищеварительная система

Пищеварительная система также оказывается под влиянием стресса, что приводит к изменению аппетита из-за воздействия на ЦНС, задержке опорожнения желудка и увеличению моторики толстой кишки; изменяется всасывание в кишечнике, секреция слизи и желудочной кислоты, реабсорбция воды; усиливается воспаление за счет секреции вещества P, провоцируется синдром раздраженного кишечника и колит [15].

#### Эндокринная система

Многочисленные исследования связывают физический и эмоциональный стресс с возникновением диабета

II типа [16], с метаболическим синдромом [17]. Хроническое действие кортизола при стрессе сказывается на половой функции, приводя к снижению половых гормонов, уменьшению и атрофии тканей репродуктивной системы [18]. Исследования последних лет показывают взаимосвязь между стрессом, общим адаптационным синдромом и старением организма [19].

#### Сердечно-сосудистая система

Одна из наиболее хорошо установленных связей — между стрессом и сердечно-сосудистыми заболеваниями, которые входят в число ведущих причин смертности во всем мире [20]. Например, Якоб Мендес да Коста, американский хирург, еще в конце XIX века отмечал то патологическое воздействие, которое оказывает стресс на сердечно-сосудистую систему. Так, хронический стресс приводит к изменению частоты сердечных сокращений, колебаниям артериального давления, повышению уровня кортизола, гормона стресса, который участвует в развитии гипертонии и других сердечно-сосудистых заболеваний [21]. Кроме того, стресс может также привести к изменениям в процессе свертывания крови, что может увеличить риск сердечного приступа и инсульта. Показано негативное влияние климатогеографических стрессовых факторов, например, экстремальных условий арктического севера, на развитие артериальной гипертонии, сахарного диабета, метаболического синдрома [22].

Необходимость исследования патологической взаимосвязи стресса и болезней системы кровообращения привела к формированию дисциплины на стыке кардиологии и психологии — психокардиологии [23]. Вместе с тем ряд исследователей идет дальше и рассматривает сердечно-сосудистую систему, важнейшую для поддержания гомеостаза, в качестве индикатора адаптационных возможностей организма. Так, Р.М. Баевский вводит понятие индекса напряжения регуляторных систем, который характеризует активацию симпатической регуляции при стрессовых состояниях и рассчитывается на основании распределения кардиоинтервалов [24, 25].

#### Нервная система

Помимо воздействия на сердечно-сосудистую систему, хронический стресс может изменять активность областей мозга, участвующих в регуляции настроения, что приводит к изменениям уровня нейромедиаторов и других функций мозга, которые способствуют развитию депрессии и тревожных расстройств [26]. Исследования показали, что стресс и тревожные расстройства могут нарушать регуляцию гормонов и иммунной системы, способствуя развитию депрессии и тревожного расстройства [27–29]. Кроме того, метаанализ исследований депрессии и стресса показал, что у людей, которые испытывают высокий уровень хронического стресса, вероятность развития депрессии в два-три раза выше, чем у тех, кто испытывает низкий уровень стресса [28].

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), депрессия затрагивает примерно 280 млн человек во всем мире и является одной из основных причин инвалидности [30]. Тревожные расстройства затрагивают примерно 301 млн человек [31]. Взаимосвязь между стрессом, депрессией и тревожными расстройствами сложна и двунаправлена, при этом стресс часто служит триггером



для развития этих состояний, а депрессия и тревожные расстройства также способствуют повышению уровня стресса. В целом, несмотря на краткий положительный эффект острого стресса, который заключается в повышении внимания и способностей к запоминанию и воспроизведению информации, хронический стресс приводит к стойкому снижению когнитивных способностей [15].

Влияние стресса на организм кратко представлено в табл. 1.

## ДИАГНОСТИКА СТРЕССА

### Опросники

В свою очередь, одним из эффективных методов диагностики хронического стресса являются опросники. Они позволяют оценить уровень стресса, как и его влияние на психофизическое состояние человека.

Например, из широко используемых опросников в западных исследованиях можно выделить опросник копинг-стресса Райса (COPE), который был обработан Т.О. Гордеевой, Е.Н. Осиным, Е.А. Рассказовым и др. в МГУ в 2013 г. [32]. COPE-опросник изучает стратегии и навыки поведения в стрессовых ситуациях, которые используются для борьбы со стрессом, и включает в себя четырнадцать факторов, таких как позитивное переформулирование, юмор, обращение к религии — т. е. акцентируется на психических способах обработки стрессовой ситуации, детерминированных индивидуальными особенностями человека.

Другим популярным опросником является «Шкала воспринимаемого стресса-10» (ШВС-10 или PSS-10), первая версия которой была разработана в 1983 г., а адаптирована в 2016 г. российскими исследователями на основе французской версии [33]. Этот опросник измеряет

уровень общего стресса за последний месяц, а также способность человека справляться с эмоциями и контролировать события своей жизни.

Также для определения стресса используют цветовой тест личности Люшера, шкалу Гамильтона для оценки тревоги (HAM-A), тест для оценки ситуативной и личностной тревожности Спилберга — Ханина, шкалу для выявления стрессогенных событий Холмса — Рея [34].

К недостаткам всех указанных тестов можно отнести невозможность так называемого непрямого тестирования, за исключением теста Люшера, когда пациент не отвечает на прямые вопросы, а также невозможность использования весовых коэффициентов для тех или иных вопросов. По сути, указанные тесты и опросники направлены на выявление уровня текущего стресса или общей стрессоустойчивости, но, за исключением шкалы Гамильтона, мало затрагивают соматические симптомы.

Также к недостаткам любых «открытых» тестов следует отнести уменьшение точности, связанное с запоминанием вопросов при повторном тестировании, установками на социально одобряемые ответы, установками на согласие или на несогласие — т. е. с влиянием личности интервьюируемого на результат [35].

### Инструментальные исследования

Существует ряд инструментальных методов, которые используются для диагностики стресса. В число наиболее популярных из них входит измерение уровня кортизола в слюне, крови или моче [36]. Кортизол — это гормон, который высвобождается в ответ на стресс и служит косвенным показателем степени дезадаптации.

Другим часто используемым методом является измерение вариабельности сердечного ритма (ВСР), кото-

**Таблица 1.** Влияние стресса на организм  
**Table 1.** The effect of stress on body functions

Система органов / Body function	Эффект от стресса / The effect of stress
Иммунная система / The immune system	Уменьшение иммунного ответа / Decreased immune response
	Прогрессирование воспаления / Progression of inflammation
Пищеварительная система / The digestive system	Изменение аппетита / Change in appetite
	Изменение стула / Change in stool
	Изменение секреции и всасывания / Change in secretion and absorption
	Увеличение риска синдрома раздраженного кишечника и колита / Increased risk of irritable bowel syndrome and colitis
Эндокринная система / Endocrine system	Увеличение риска диабета 2-го типа и метаболического синдрома / Increased risk of type 2 diabetes and metabolic syndrome
	Ухудшение половой функции / Deterioration of sexual function
Сердечно-сосудистая система / Cardiovascular system	Увеличение ЧСС / Increased heart
	Колебания артериального давления / Rate fluctuations in blood pressure
	Увеличение риска инфаркта и инсульта / Increased risk of heart attack and stroke
Нервная система / Nervous system	Увеличение риска депрессии и тревожных расстройств / Increased risk of depression and anxiety disorders

рое дает информацию о балансе между симпатической и парасимпатической нервными системами [37, 38]. Было показано, что ВСП служит надежным индикатором уровня напряжения регуляторных систем, свидетельствуя о физиологическом воздействии стресса на организм.

Помимо измерений уровня кортизола и ВСП, существуют и другие инструментальные методы, которые можно использовать для диагностики стресса. Одним из таких методов является использование мониторов сердечного ритма, которые могут в режиме реального времени предоставлять информацию об уровне стресса человека [39]. Такие технологии особенно полезны, поскольку они помогают выявить стресс на ранней стадии и помочь в разработке программ коррекции.

Еще одним методом диагностики стресса является использование методов нейровизуализации, таких как функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ) или позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ) [40]. Эти методы могут предоставить информацию об изменениях активности мозга в ответ на стресс и об основных механизмах, посредством которых стресс способствует развитию заболеваний.

Таким образом, использование опросников или инструментальных методов, таких как измерение кортизола или определение ВСП, может предоставить ценную информацию об уровне стресса человека и помочь выявить людей, которые подвергают себя риску возникновения проблем со здоровьем. В то же время необходима дальнейшая разработка диагностических технологий восстановительной медицины для оценки риска развития стрессогенных заболеваний, а также соответствующих прогнозных моделей с целью формирования персонализированных программ коррекции.

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Наиболее часто в ходе построения прогнозных моделей применяется математическое моделирование, которое является важным инструментом в установлении связи между стрессом и физическими заболеваниями, а также в определении тактики предотвращения и лечения этих состояний. Математические модели могут моделировать и анализировать сложные биологические системы, включая реакцию организма на стресс. Это может помочь определить ключевые пути, по которым стресс способствует развитию соматических заболеваний, и дать информацию для разработки новых вмешательств и методов лечения.

### Дисперсионный анализ

В исследовании 2019 г. описывается применение дисперсионного анализа для построения математической модели риска развития стрессогенных заболеваний системы кровообращения у сотрудников МЧС России, в частности, артериальной гипертензии. В качестве входных данных для математической модели используются показатели стажа работы в экстремальных условиях, ВСП, скорости распространения пульсовой волны, реоэнцефалографии [41].

### «Случайный лес»

В статье 2022 г. машинное обучение, а именно классификация с помощью метода «случайного леса», использовалось для прогнозирования физиологического и воспринимаемого стресса у беременных и последую-

щей его коррекции с помощью методов когнитивно-поведенческой терапии (12-недельный курс по 15–20 минут раз или два в неделю). Для обучения и оценки эффективности математической модели использовались данные мобильного датчика ЭКГ, в том числе ВСП, и так называемые экологические моментальные оценки (ЕМА) — заполненные через смартфон опросники для самооценки стресса (краткая версия шкалы воспринимаемого стресса — шкала PSS-4) [42].

### Регрессионный анализ

В другом исследовании 2022 г. используется регрессионный анализ физиологических реакций человека на жару, высоту и обезвоживание для создания модели прогнозирования сердечно-сосудистых реакций на стрессовые факторы окружающей среды как в состоянии покоя, так и во время физических упражнений. В качестве входных данных использовались: базовый уровень максимального потребления кислорода, возраст, масса тела, рост и пол, высота над уровнем моря, время тренировки, рабочая нагрузка (потребление кислорода), общее время упражнений, общая потеря массы тела и температура тела. На выходе модели рассчитывался показатель ЧСС [43].

### Дифференциальные уравнения

Математические модели можно использовать для моделирования воздействия стресса не только на сердечно-сосудистую, но и иммунную и нервную системы, что позволяет исследователям делать прогнозы о потенциальном влиянии стресса на здоровье. Например, в исследовании 2021 г., опубликованном в журнале «Хаос 31» [44], дифференциальные уравнения использовались для изучения взаимосвязи между стрессом, динамикой воспаления и состоянием иммунной системы. Исследование на уровне модели показало, что инфекция может провоцировать стресс точно так же, как и стресс провоцирует периодические вспышки инфекционного заболевания. Эти результаты подчеркивают необходимость раннего прогнозирования и предотвращения заболеваний у людей, которые испытывают хронический стресс.

### Медиационный анализ

Более того, в исследовании 2022 г., опубликованном в Journal of Affective Disorders, изучалась взаимосвязь между стрессом и депрессией у врачей, работавших в пандемию COVID-19 [45]. Для проведения медиационного анализа использовались онлайн-опросники для оценки воспринимаемого стресса, депрессии, бессонницы и уровня стрессоустойчивости, а также следующие показатели: пол, возраст, индекс массы тела, этническая принадлежность, семейное положение, уровень образования, доход семьи, должность, стаж работы, продолжительность рабочего дня, наличие ОРВИ и соматического заболевания. Исследование выявило положительную взаимосвязь между воспринимаемым стрессом, депрессией и бессонницей, отрицательную — со стрессоустойчивостью. Результаты этого исследования могут помочь в разработке новых вмешательств и методов лечения, направленных на снижение риска депрессии у людей, испытывающих хронический стресс.

### Выбор оптимальной модели

В целом имеющиеся модели значительно различаются как по набору входных показателей, так и по используемым методам анализа данных. По нашему мнению, необходима интегральная оценка риска развития стрессогенных заболеваний, которая затрагивала бы функционирование не только отдельных систем организма, но и их совокупности, в том числе в рамках психофизиологии. При этом для выявления физиологического стресса, учитывая предшествующий опыт, лучше использовать показатели ВСР как золотого стандарта для выявления дезадаптации. В то же время различные опросники позволят выявить воспринимаемый стресс.

Для построения математической модели риска развития стрессогенных заболеваний целесообразно использовать такой метод машинного обучения, который поможет определить не только взаимосвязь тех или иных факторов со стрессом, но и наиболее значимые из них. В этом смысле идеальным кандидатом выступает применение деревьев решений, усиленных методиками бэггинга или случайного леса с целью увеличения точности прогнозной модели.

Все эти исследования подчеркивают важность понимания взаимодействия между стрессом, эмоциями и здоровьем и могут помочь в разработке новых вмешательств и методов лечения, направленных на улучшение общего состояния здоровья и благополучия.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение можно сказать, что все больше данных о связи стресса с различными физическими заболеваниями, включая сердечно-сосудистые заболевания, аутоиммунные расстройства и психические расстройства, подчеркивают важность понимания механизмов, посредством которых стресс способствует развитию за-

болеваний. Математическое моделирование механизмов и рисков развития стрессогенных заболеваний играет решающую роль в раннем прогнозировании и профилактике. Снижая бремя этих заболеваний, мы можем разработать более эффективные методы лечения, направленные на предотвращение развития патологий, связанных со стрессом, и улучшить общее состояние здоровья населения.

Кроме того, математическое моделирование может обеспечить экономичный и эффективный способ тестирования различных методов лечения без необходимости проведения дорогостоящих и трудоемких клинических испытаний. Например, математическая модель может имитировать влияние различных стратегий управления стрессом на риск развития определенного заболевания, позволяя исследователям определять наиболее эффективные стратегии предотвращения или смягчения воздействия стресса на здоровье.

Также математические модели крайне полезны для анализа больших объемов данных, выявления закономерностей развития заболеваний и групп населения, подверженных наибольшему риску стрессогенных заболеваний, что может быть использовано в дальнейшем при построении автоматизированной экспертно-консультационной системы оценки риска развития стрессогенных заболеваний.

Математическое моделирование также может помочь преодолеть разрыв между фундаментальными исследованиями и клинической практикой. Путем интеграции данных из различных источников, включая генетические, эпигенетические факторы и факторы окружающей среды, математические модели могут обеспечить более полное понимание взаимосвязи между стрессом и здоровьем. Это может дать информацию для разработки персонализированной терапии, основанной на индивидуальных различиях в реакции на стресс.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Терехов Андрей Сергеевич**, начальник отдела медицинской кибернетики и баз данных ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

E-mail: terehovas@nmicrk.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4988-7381>

**Яковлев Максим Юрьевич**, доктор медицинских наук, заместитель директора по стратегическому развитию ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5260-8304>

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают свое авторство в соответствии с международными критериями ICMJE (все авторы внесли значительный вклад в концепцию, дизайн исследова-

ния и подготовку статьи, прочитали и одобрили окончательный вариант до публикации). Наибольший вклад распределен следующим образом: Терехов А.С. — анализ данных, написание и редактирование текста статьи; Яковлев М.Ю. — курирование проекта, написание и редактирование текста статьи.

**Источники 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.

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

### ADDITIONAL INFORMATION

**Andrew S. Terehov**, Head of the Department of Medical Cybernetics and Databases, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

E-mail: terehovas@nmicrk.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4988-7381>

**Maxim Yu. Yakovlev**, Doctor of Medicine, Deputy Director for Strategic Development, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5260-8304>

**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: Terehov A.S. — data analysis, writing and editing; Yakovlev M.Yu. — Supervision, writing and editing.

**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.

**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. Гладкова С.Н., Разинкин С.М., Толоконин А.О. и др. Методы оценки уровня психофизического здоровья человека (обзор литературы). Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии. 2012; 4: 044–045. [Gladkova S.N., Razinkin S.M., Tolokonin A.O., et al. Methods for estimating psychophysical health level methods for estimating psychophysical health level (literature review). Bulletin of Neurology, Psychiatry and Neurosurgery. 2012; 4: 044–045 (In Russ.).]
2. Бобровницкий И.П., Нагорнев С.Н., Рыгин В.Н. и др. Метаболические и нагрузочные тесты в теории и практике восстановительной медицины. 2015: 132 с. [Bobrovnikitsky I.P., Nagornev S.N., Rygin V.N., et al. Metabolic and stress tests in the theory and practice of regenerative medicine. Publishing house LLC. 2015: 132 p. (In Russ.).]
3. Никифоров Г.С., Шингаев С.М. Психология профессионального здоровья как актуальное научное направление. Психологический журнал. 2015; 36(2): 44–54. [Nikiforov G.S., Shingaev S.M. Occupational health psychology as an actual scientific direction. Psikhologicheskii journal. 2015; 36(2): 44–54. (In Russ.).]
4. Dvoeglazova M.Y. Professional Health of Leader as a determinant of efficient organization functioning. Belgorod State University Scientific bulletin Series Humanities. 2019; 38(1): 130–140. <https://doi.org/10.18413/2075-4574-2019-38-1-130-140>
5. Мельникова М.Л. Психология стресса: теория и практика: Учебно-методическое пособие. Екатеринбург. 2018: 112 с. [Melnikova M.L. Psychology of stress: theory and practice: Educational-methodical manual. Yekaterinburg. 2018: 112 p. (In Russ.).]
6. Цыган В.Н. Нейрофизиологические механизмы боевых постэкстремальных состояний. Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2014; 100 (10): 1220–1235. [Tsygan V.N. Neurophysiologic mechanisms of combat post-extreme state of health. Russian journal of physiology, formerly I.M. Sechenov Physiological Journal. 2014; 100 (10): 1220–1235 (In Russ.).]
7. Салехов С.А., Цыган В.Н., Благинин А.А. и др. Способ моделирования хронического эмоционально-информационного стресса в эксперименте. Патент РФ 2697655 С1, 16.08.2019. [Salekhov S.A., Tsygan V.N., Blaginin A.A., et al. Method for modeling acute emotional immobilization stress in experiment. Patent RU 2697655 C1, 16.08.2019 (In Russ.).]
8. Медникова Е.С. Взаимосвязь психологического и физиологического стресса: теоретический обзор исследований. Тенденции развития науки и образования. 2021; 74(8): 37–41. <https://doi.org/10.18411/lj-06-2021-301> [Mednikova Ye.S. The Relationship between psychological and physiological stress: a theoretical review of research. Trends in Science and Education. 2021; 74(8): 37–41. <https://doi.org/10.18411/lj-06-2021-301> (In Russ.).]
9. Баранов В.М., Баевский Р.М., Берсенева А.П. и др. Оценка адаптационных возможностей организма и задачи повышения эффективности здравоохранения. Экология человека. 2004; 6: 25–29. [Baranov V.M., Baevsky R.M., Berseneva A.P. et al. Evaluation of adaptive abilities of an organism and tasks of healthcare effectiveness increase. Human Ecology. 2004; 6: 25–29. (In Russ.).]
10. Кутбиддинова Р.А. Психология стресса (виды стрессовых состояний, диагностика, методы саморегуляции). Сахалинский государственный университет (Южно-Сахалинск). 2019: 124 с. <https://doi.org/10.52606/9785888115954> [Kutbiddinova R.A. Psychology of stress (types of stressful states, diagnosis, methods of self-regulation): teaching aid. Yuzhno-Sakhalinsk. Sakhalin State University. 2019: 124 p. <https://doi.org/10.52606/9785888115954> (In Russ.).]
11. Mariotti A. The effects of chronic stress on health: new insights into the molecular mechanisms of brain-body communication. Future Sci OA. 2015; 1(3). <https://doi.org/10.4155/fso.15.21>
12. Bravo P.E, Cappola T.P. Mental Stress-Induced Myocardial Ischemia: When the Mind Controls the Fate of the Heart. JAMA. 2021; 326(18): 1803–1804. <https://doi.org/10.1001/jama.2021.18766>
13. Liu Y.Z., Wang Y.X., Jiang C.L. Inflammation: The Common Pathway of Stress-Related Diseases. Front Hum Neurosci. 2017; 11: 316. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00316>
14. Рошина Е.А. Роль цитокинов в процессах адаптивной интеграции иммунных и нейроэндокринных реакций организма. Проблемы эндокринологии. 2021; 67(2): 4–9. <https://doi.org/10.14341/probl12744> [Troshina E.A. The role of cytokines in the processes of adaptive integration of immune and neuroendocrine reactions of the human body. Problems of Endocrinology, 2021; 67(2): 4–9. <https://doi.org/10.14341/probl12744> (In Russ.).]
15. Yaribeygi H., Panahi Y., Sahraei H. et al. The impact of stress on body function: A review. EXCLI J. 2017; 16: 1057–1072. <https://doi.org/10.17179/excli2017-480>
16. Sharma K., Akre S., Chakole S. et al. Stress-Induced Diabetes: A Review. Cureus. 2022; 14(9): e29142. <https://doi.org/10.7759/cureus.29142>
17. Kuo W., Bratzke L.C., Oakley L.D. et al. The association between psychological stress and metabolic syndrome: A systematic review and meta-analysis. Obesity Reviews. 2019; 20: 1651–1664. <https://doi.org/10.1111/obr.12915>
18. Золото Е.В., Айкашев С.А., Воробьева В.Г. и др. Влияние стресса на организм человека. Вестник скорой помощи. 2022; 3(1): 10–18. [Zoloto E.V., Aikashv S.A., Vorobyova V.G. et al. Influence of stress on the human body. Bulletin of ambulance. 2022; 3(1): 10–18 (In Russ.).]
19. Аниховская И.А., Двоеносов В.Г., Жданов Р.И. и др. Психоэмоциональный стресс как клиническая модель начальной фазы общего адаптационного синдрома. Патологическая физиология и экспериментальная терапия. 2015; 59(4): 87–92. [Anikhovskaya I.A., Dvoenosov V.G., Zhdanov R.I. et al. Emotional stress as a clinical model to study the pathogenesis of the initial phase of the general adaptation syndrome. Patologicheskaya Fiziologiya I eksperimentalnaya terapiya. 2015; 59(4): 87–92 (In Russ.).]
20. WHO. The top 10 causes of death. <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death> (accessed: 01.06.2023).
21. Беляева И.А., Пехова Я.Г., Вершинин А.А. Стресс и его влияние на сердечно-сосудистую систему. Терапия. 2022; 8(9): 119–128. <https://doi.org/10.18565/therapy.2022.9.118-128> [Belyaeva I.A., Pyokhova Ya.G., Vershinin A.A. Stress and its influence at the cardiovascular system. Therapy. 2022; 8(9): 119–128. <https://doi.org/10.18565/therapy.2022.9.118-128> (In Russ.).]
22. Бобровницкий И.П., Нагорнев С.Н., Фролов В.К. Особенности гормональной регуляции метаболических процессов в условиях арктической зоны и нелекарственные методы их оптимизации. Russian Journal of Rehabilitation Medicine. 2020; 2: 4–18. [Bobrovnikitsky I.P., Nagornev S.N.,



- Frolkov V.K. Features of hormonal regulation metabolic processes in the arctic zone and non-medicinal methods for optimizing them. *Russian Journal of Rehabilitation Medicine*. 2020; 2: 4–18. (In Russ.)]
23. Byrne D., Kahl K.G., Alvarenga M.E. Editorial: Psychocardiology then and now — the genesis of a discipline. *Front Psychiatry*. 2022; 13: 988393. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2022.988393>
  24. Баевский Р.М., Берсенева А.П., Лучицкая Е.С. и др. Оценка уровня здоровья при исследовании практически здоровых людей. Москва. 2009: 100 с. [Baevsky R.M., Berseneva A.P., Luchitskaya E.S., et al. Health assessment in a study of practically healthy people. Moscow. 2009: 100 p. (In Russ.)]
  25. Ибрагимова Э.Э. Мониторинг уровня стресса обучающихся как подход профилактики нарушения регуляторных механизмов. Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Социология. Педагогика. Психология. 2019; 5 (71)2: 83–90. [Ibragimova E.E. Monitoring the students' stress level as a preventive approach of the regulatory mechanisms disorders. *Scientific Notes of V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Sociology. Pedagogy. Psychology*. 2019; 5 (71)2: 83–90 (In Russ.)]
  26. McEwen B.S. Physiology and neurobiology of stress and adaptation: central role of the brain. *Physiol Rev*. 2007; 87(3): 873–904. <https://doi.org/10.1152/physrev.00041.2006>
  27. Salari N., Hosseini-Far A., Jalali R. et al. Prevalence of stress, anxiety, depression among the general population during the COVID-19 pandemic: a systematic review and meta-analysis. *Global Health*. 2020; 16: 57. <https://doi.org/10.1186/s12992-020-00589-w>
  28. Satinsky E.N., Kimura T., Kiang M.V. et al. Systematic review and meta-analysis of depression, anxiety, and suicidal ideation among Ph. D. students. *Scientific Reports*. 2021; 11(1): 14370. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-93687-7>
  29. Ozamiz-Etxebarria N., Idoiaga Mondragon N., Bueno-Notivol J. et al. Prevalence of Anxiety, Depression, and Stress among Teachers during the COVID-19 Pandemic: A Rapid Systematic Review with Meta-Analysis. *Brain Scientific*. 2021; 11(9): 1172. <https://doi.org/10.3390/brainsci11091172>
  30. WHO. Depressive disorder (depression) <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/depression> (accessed: 01.06.2023).
  31. WHO. Mental disorders <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/mental-disorders> (accessed: 01.06.2023).
  32. Сугоровский А. В. Опросник совладания со стрессом COPE, результаты исследования. *Modern Science*. 2020; 12-3: 157–162. [Sugorovsky A.V. Stress coping questionnaire COPE, results of the study. *Modern Science*. 2020; 12-3: 157–162 (In Russ.)]
  33. Абабков В.А., Барышникова К., Воронцова-Венгер О.В. и др. Валидизация русскоязычной версии опросника «Шкала воспринимаемого стресса-10». Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 16. Психология. Педагогика. 2016; 2: 6–15. <https://doi.org/10.21638/11701/spbu16.2016.202> [Ababkov V.A., Barisnikov K., Vorontzova-Wenger O.V. et al. Validation of the Russian version of the questionnaire «scale of perceived stress-10». *Vestnik of Saint Petersburg University. Series 16. Psychology. Education*. 2016; 2: 6-15. <https://doi.org/10.21638/11701/spbu16.2016.202> (In Russ.)]
  34. Южаков М.М., Авдеева Д.К., Нгуен Д.К. Обзор методов и систем исследования эмоционального стресса человека. *Современные проблемы науки и образования*. 2015; 2-2: 134. [Ngen D.K., Yuzhakov M.M., Avdeeva D.K. Review of methods and systems to study emotional stress of humans. *Modern Problems of Science and Education. Surgery*. 2015; 2-2: 134 (In Russ.)]
  35. Бурлачук Л.Ф. Психодиагностика: Учебник для вузов. Санкт-Петербург: Питер. 2006; 351с. [Burlachuk L.F. *Psychodiagnostics: a textbook for universities*. St. Petersburg: Peter. 2006: 351 p. (In Russ.)]
  36. Jones C, Gwenin C. Cortisol level dysregulation and its prevalence-Is it nature's alarm clock? *Physiological Reports*. 2021; 8(24): e14644. <https://doi.org/10.14814/phy2.14644>
  37. Kim H.G., Cheon E.J., Bai D.S. et al. Stress and Heart Rate Variability: A Meta-Analysis and Review of the Literature. *Psychiatry Investig*. 2018; 15(3): 235–245. <https://doi.org/10.30773/pi.2017.08.17>
  38. Баевский Р.М., Иванов Г.Г., Чирейкин Л.В. и др. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем. Вестник аритмологии. 2001; 24: 65–86. [Baevsky R.M., Ivanov G.G., Chirejkin L.V., et al. Analysis of heart rate variability using different electrocardiographic systems (Part 1, guidelines). *Journal of Arrhythmology*. 2001; 24: 65–86 (In Russ.)]
  39. Salai M., Vassányi I., Kósa I. Stress Detection Using Low Cost Heart Rate Sensors. *Journal of Healthcare Engineering*. 2016; 2016: 5136705. <https://doi.org/10.1155/2016/5136705>
  40. Im J.J., Kim B., Hwang J. et al. Diagnostic potential of multimodal neuroimaging in posttraumatic stress disorder. *PLoS One*. 2017; 12(5): e0177847. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0177847>
  41. Mkrтчian A.S., Koroleva S.V. Psychophysiological model of stress-induced cardiovascular disorders development risk» *Psychology. Psychophysiology*. 2019; 12(3): 83-92. <https://doi.org/10.14529/jpps190308>
  42. Ng A, Wei B, Jain J, et al. Predicting the Next-Day Perceived and Physiological Stress of Pregnant Women by Using Machine Learning and Explainability: Algorithm Development and Validation. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2022; 10(8): e33850. <https://doi.org/10.2196/33850>.
  43. Lloyd A., Fiala D., Heyde C. et al. A mathematical model for predicting cardiovascular responses at rest and during exercise in demanding environmental conditions. *Journal Applied Physiology* (1985). 2022; 133(2): 247-261. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00619.2021>
  44. Gonzalez Herrero M.E., Kuehn C. A. Qualitative mathematical model of the immune response under the effect of stress. *Chaos*. 2021; 31(6): 061104. <https://doi.org/10.1063/5.0055784>
  45. Li P, Liang Z, Yuan Z. et al. Relationship between perceived stress and depression in Chinese front-line medical staff during COVID-19: A conditional process model. *Journal Affective Disorders*. 2022; 311: 40–46. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2022.05.064>