



## 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, пелоидотерапия 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 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



Аккредитация в Национальной системе аккредитации Российской Федерации (Росаккредитация) с 30.11.2022, аттестат аккредитации RA.RU.210T29.

Тел.: + 7 499 277-01-05 (доб. 1502)  
E-mail: geolog@nmicrk.ru

# ВЕСТНИК ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ

Том 23, № 6-2024

## ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

**ЗУБАРЕВА Н.Н.**, д. э. н., доцент, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России, Москва, Россия

## ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

**КОНЧУГОВА Т.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, Россия

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**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

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

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

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

## ПРЕДСЕДАТЕЛИ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА

**МАРЧЕНКОВА Л.А.**, д.м.н., 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-корр. РАН, Московский научно-практический центр медицинской реабилитации восстановительной спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Россия

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## ИЗДАТЕЛЬСКАЯ КОМАНДА

### НАУЧНЫЙ РЕДАКТОР

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

### ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР

**УСОВА И.А.**, к.и.н., Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России, Москва, Россия

### ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕДАКТОР

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

### ПЕРЕВОДЧИКИ

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

**БУЛАТОВ В.П.**, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России, Москва, Россия



### УЧРЕДИТЕЛЬ и ИЗДАТЕЛЬ

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России  
<https://nmicrk.ru/>



### ПАРТНЕР

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

### 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.



Больше информации  
на нашем сайте:  
[www.vvmr.ru](http://www.vvmr.ru)

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 17.12.2024.  
Выход в свет 24.12.2024.  
Формат 640х900 1/8.  
Бумага мелованная 115 г/м².  
Печать офсетная.  
Тираж 1000 экз. Заказ № 20241125.

**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.

Информация предназначена для специалистов здравоохранения.  
© ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.  
Журнал распространяется по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International [www.creativecommons.org](http://www.creativecommons.org).

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) 324-93-29 E-mail: [medprint@mail.ru](mailto:medprint@mail.ru)

Спонсор выпуска: Блинов Дмитрий Владиславович

# BULLETIN OF REHABILITATION MEDICINE

*Vestnik Vosstanovitel'noj Mediciny*

Vol. 23, No. 6•2024

---

## EDITOR-IN-CHIEF

**NATALIA N. ZUBAREVA**, D.Sc.(Econ.), Docent, National Medical Research Center  
for Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russia

---

## DEPUTY EDITORS-IN-CHIEF

**Tatiana V. KONCHUGOVA**, D.Sc. (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**, D.Sc. (Med.), Professor, I.M. Sechenov First  
Moscow State Medical University, Moscow, Russia

**Lyudmila A. BELOVA**, D.Sc. (Med.), Professor, Ulyanovsk State  
University, Ulyanovsk, Russia

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

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

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

**Marina Yu. GERASIMENKO**, D.Sc. (Med.), Professor, Russian Medical  
Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia

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

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

**Mikhail V. KIZEEV**, Ph.D. (Med.), Sanatorium Reshma, Reshma,  
Ivanovo region, Russia

**Denis V. KOVLEN**, D.Sc. (Med.), Docent, S.M. Kirov Military Medical  
Academy, St. Petersburg, Russia

**Olga M. KONOVA**, D.Sc. (Med.), Docent, National Medical Research  
Center for Children's Health, Moscow, Russia

**Elena V. KOSTENKO**, D.Sc. (Med.), Professor, N.I. Pirogov Russian  
National Research Medical University, Moscow, Russia

**Detelina B. KULCHITSKAYA**, D.Sc. (Med.), Professor, National  
Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Moscow,  
Russia

**Elena A. KURNYAVKINA**, Ph.D. (Med.), Professor, Sanatorium  
Krasnozersky, Novosibirsk, Russia

**Mikhail Yu. MARTYNOV**, D.Sc. (Med.), Professor, Corresponding  
Member of Russian Academy of Sciences, Pirogov Russian National  
Research Medical University, Moscow, Russia

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

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

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

**DMITRIY V. SKVORTSOV**, D.Sc. (Med.), Professor, N.I. Pirogov  
Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

**Elena F. TUROVININA**, D.Sc. (Med.), Professor, Tyumen State  
Medical University, Tyumen, Russia

**Maya A. KHAN**, D.Sc. (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**, D.Sc. (Med.), Professor, National  
Medical Research Center for Treatment and Rehabilitation Center,  
Moscow, Russia

**Vladimir V. KHRAMOV**, D.Sc. (Med.), Professor, V.I.  
Razumovskiy Saratov State Medical University, Saratov, Russia

**Maxim Yu. YAKOVLEV**, D.Sc. (Med.), National Medical Research  
Center for Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russia

**Alexander V. YASHKOV**, D.Sc. (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

**Mufti Zeki KARAGULLE**, Professor, Istanbul University, Istanbul,  
Turkey

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

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

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

---

## CHAIRS OF THE EDITORIAL COUNCIL

**Larisa A. MARCHENKOVA**, D.Sc. (Med.), 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, D.Sc. (Med.), Professor, Moscow Centre for Research and Practice in Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of Moscow Healthcare Department, Moscow, Russia

**Tatyana T. BATISHEVA**, D.Sc. (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, D.Sc. (Med.), Professor, E.I. Chazov National Medical Research Center of Cardiology, Moscow, Russia

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

**Andrey V. GRECHKO**, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, D.Sc. (Med.), Professor, Federal Scientific and Clinical Center for Resuscitation and Rehabilitology, Moscow, Russia

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

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

**Galina E. IVANOVA**, D.Sc. (Med.), Professor, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

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

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

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

**Igor A. NARKEVICH**, D.Sc. (Pharm.), Professor, St Petersburg State Chemical Pharmaceutical Academy, St. Petersburg, Russia

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

**Gennady G. ONISHCHENKO**, Academician of the Russian Academy of Sciences, D.Sc. (Med.), Professor, Russian Academy of Education, Moscow, Russia

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

**Aleksandr N. RAZUMOV**, D.Sc. (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, D.Sc. (Med.), Professor, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russia

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

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

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

---

## PUBLISHING STAFF

---

### SCIENTIFIC EDITOR

**Tatiana V. APKHANOVA**, D.Sc. (Med.), National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russia

### MANAGING EDITOR

**Irina A. USOVA**, Ph.D. (Hist.), National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russia

### TECHNICAL EDITOR

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

### TRANSLATORS

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

**Viktor P. BULATOV**, 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 OFFICE 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 17.12.2024.  
Published 24.12.2024.  
640x900 1/8 format.  
Coated paper 115 g/m<sup>2</sup>.  
Offset printing.  
Circulation 1000 copies. Order No. 20241125.

The Journal is distributed throughout 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) 324-93-29  
E-mail: [medprint@mail.ru](mailto:medprint@mail.ru)

---

Issue Sponsor: Dmitriy V. Blinov

---

СОДЕРЖАНИЕ НОМЕРА  
CONTENTS

СТАТЬИ / ARTICLES

|                                                                                                                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| СТАТЬЯ НОМЕРА / EDITOR'S CHOICE                                                                                                                                                                                                | 8  |
| <b>Гериатрическая реабилитация пациентов с синдромом старческой астении: промежуточные результаты открытого проспективного исследования «ПОСТСКРИПТУМ»</b>                                                                     |    |
| Ткачева О.Н., Рунихина Н.К., Малая И.П., Юсупов А.Р., Шарашкина Н.В., Остапенко В.С., Котовская Ю.В., Мхитарян Э.А., Арефьева М.С., Попов Е.Е., Эсенбекова Э.Э.                                                                |    |
| <b>Geriatric Rehabilitation in Patients with Frailty: Interim Results of the POSTSCRIPTUM. An Open Prospective Study</b>                                                                                                       |    |
| Olga N. Tkacheva, Nadezda K. Runikhina, Irina P. Malaya, Albert R. Yusupov, Natalia V. Sharashkina, Valentina S. Ostapenko, Yulia V. Kotovskaya, Elen A. Mkhitaryan, Maria S. Arefieva, Evgenii E. Popov, Elnura E. Esenbekova |    |
| ORIGINAL ARTICLE / ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ                                                                                                                                                                                         | 19 |
| <b>Effect of Ultrasound Combined with Dry Needling on Myofascial Pain in the Upper Trapezius: a Controlled Randomised Study</b>                                                                                                |    |
| Rahmat Nugraha, Rahmatika, Sudaryanto, Hasbiah, Tiar Erawan                                                                                                                                                                    |    |
| <b>Влияние ультразвука в комплексе с сухим иглокалыванием при миофасциальном болевом синдроме в верхней трапециевидной мышце: контролируемое рандомизированное исследование</b>                                                |    |
| Нуграха Р., Рахматика, Сударьянто, Хасбиях, Эраван Т.                                                                                                                                                                          |    |
| ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE                                                                                                                                                                                         | 26 |
| <b>Апробация методики «Шкала оценки когнитивного статуса пациентов после перенесенного инсульта с учетом нарушений речи»</b>                                                                                                   |    |
| Котельникова А.В., Погонченкова И.В., Титова А.В., Костенко Е.В., Петрова Л.В.                                                                                                                                                 |    |
| <b>Approbation of the Methodology "Scale for Cognitive Status Assessment of the After-Stroke Patients with Speech Disorders"</b>                                                                                               |    |
| Anastasia V. Kotelnikova, Irena V. Pogonchenkova, Anna V. Titova, Elena V. Kostenko, Liudmila V. Petrova                                                                                                                       |    |
| ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE                                                                                                                                                                                         | 38 |
| <b>Влияние природной минеральной воды на регуляторы гастродуоденальной моторики у молодежи: сравнительное контролируемое исследование</b>                                                                                      |    |
| Шкляев А.Е., Казарин Д.Д., Максимов К.В.                                                                                                                                                                                       |    |
| <b>The Effect of Natural Mineral Water on Regulators of Gastroduodenal Motility in Young Adults: a Comparative Controlled Study</b>                                                                                            |    |
| Aleksey E. Shklyayev, Daniil D. Kazarin, Kirill V. Maksimov                                                                                                                                                                    |    |
| ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE                                                                                                                                                                                         | 45 |
| <b>Сравнительная оценка биосовместимости губок на основе различных солей хитозана <i>in vitro</i></b>                                                                                                                          |    |
| Волкова М.В., Ковалевский Я.Б., Ерёмин П.С., Демченко К.Н., Гильмутдинова И.Р., Марков П.А.                                                                                                                                    |    |
| <b>Comparative Evaluation of the Biocompatibility of Sponges Based on Different Chitosan Salts <i>in vitro</i></b>                                                                                                             |    |
| Marina V. Volkova, Yan B. Kovalevsky, Petr S. Eremin, Konstantin N. Demchenko, Ilmira R. Gilmutdinova, Pavel A. Markov                                                                                                         |    |
| ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE                                                                                                                                                                                         | 54 |
| <b>Возврат к трудовой деятельности после хирургического лечения рака шейки матки: изучение отдаленных результатов в течение 3 лет</b>                                                                                          |    |
| Блинов Д.В., Солопова А.Г., Гамеева Е.В., Бадалов Н.Г., Еремушкин М.А., Степанова А.М., Галкин В.Н., Иванов А.Е., Акавова С.А.                                                                                                 |    |
| <b>Resumption of Employment after Cervical Cancer Surgery: a 3-Year Follow-Up Study of Long-term Outcomes</b>                                                                                                                  |    |
| Dmitry V. Blinov, Antonina G. Solopova, Elena V. Gameeva, Nazim G. Badalov, Mikhail A. Eremushkin, Alexandra M. Stepanova, Vsevolod N. Galkin, Alexander E. Ivanov, Saida A. Akavova                                           |    |

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

62

**Связанные с полом различия регенерации седалищного нерва крыс после аутопластики и интраоперационной электронейростимуляции**

Щудло Н.А., Варсегова Т.Н., Кубрак Н.В., Ступина Т.А.

**Gender-related Differences in Rat Sciatic Nerve Regeneration after Autoplasty and Intraoperative Electroneurostimulation**

Nathalia A. Shchudlo, Tatyana N. Varsegova, Nadezhda V. Kubrak, Tatyana A. Stupina

СЕРИЯ КЛИНИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ / CASE-SERIES REPORT

71

**Мониторинг электродермальной активности в диагностике стресса у перенесших инсульт пациентов (3 клинических наблюдения)**

Кузюкова А.А., Загайнова А.Ю., Одарущенко О.И., Пёхова Я.Г., Нувахова М.Б., Марченкова Л.А., Борисевич О.О.

**Monitoring of Electrodermal Activity in the Diagnosis of Stress in Stroke Patients (3 Clinical Case Reports)**

Anna A. Kuzukova, Anastasia Yu. Zagaynova, Olga I. Odarushenko, Yana G. Pekhova, Margarita B. Nuvakhova, Larisa A. Marchenkova, Olga O. Borisevich

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ / CASE REPORT

83

**Реабилитация пациентки с разгибательной контрактурой коленного сустава после перелома межмыщелкового возвышения: клинический случай в педиатрии**

Рупасова К.И., Гуккина О.О., Захаров А.Ю., Брусничникова О.А., Лычаная Н.В., Захарова О.В., Карпов С.Г., Егорова М.В.

**Rehabilitation of a Patient with Knee Arthrofibrosis after Tibial Spine Fracture: a Case Report in Paediatrics**

Kseniya I. Rupasova, Olga O. Gukkina, Aleksei Yu. Zakharov, Oksana A. Brusnichnikova, Natalia V. Lychanaya, Olga V. Zakharova, Sergei G. Karpov, Mariya V. Egorova

ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ / REVIEW

90

**Сравнительный обзор традиционных и перспективных методов лечения витилиго**

Олисова О.Ю., Каюмова Л.Н., Ерёмин П.С., Гильмутдинова И.Р., Пинегин В.Б., Крючкова К.Ю., Ломоносов К.М.

**A Comparative Review of Traditional and Prospective Methods for Vitiligo Treatment**

Olga Yu. Olisova, Lyailya N. Kayumova, Petr S. Eremin, Ilmira R. Gilmutdinova, Kira Yu. Kryuchkova, Vladimir B. Pinegin, Konstantin M. Lomonosov

ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ / REVIEW

100

**Нарушение зрения после инсульта: обзор из двух частей. Часть II – методы реабилитации**

Марфина Т.В., Кончугова Т.В., Апханова Т.В., Кульчицкая Д.Б., Мухина А.А.

**Visual Impairment in Stroke Patients: a Two-Part Review. Part II – Rehabilitation Methods**

Tatyana V. Marfina, Tatiana V. Konchugova, Tatiana V. Apkhanova, Detelina B. Kulchitskaya, Anastasiya A. Mukhina

REVIEW / ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ

111

**Key Milestones and Events in the History of Kazakh Balneology**

Sayagul A. Kairgeldina, Kanat T. Tekebaev, Madina B. Baurzhan, Karlygash S. Absattarova, Natalia V. Slivkina

**Важные вехи и события в истории казахстанской курортологии**

Каиргельдина С.А., Текебаев К.О., Бауржан М.Б., Абсаттарова К.С., Сливкина Н.В.

ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ / REVIEW

119

**Современный взгляд на этиологию и методы лечения бруксизма: обзор**

Терентьева Е.В., Юрова О.В., Дубинская А.Д.

**Modern View on the Etiology and Methods of Treatment of Bruxism: a Review**

Elena V. Terentyeva, Olga V. Yurova, Anastasia D. Dubinskaya

В ЦЕНТРЕ ВНИМАНИЯ / IN THE FOCUS OF ATTENTION

130

**Благодарность рецензентам журнала «Вестник восстановительной медицины» за 2024 год**

**Acknowledgements to All Our Reviewers in 2024 from Bulletin of Rehabilitation Medicine Journal**

## СТАТЬЯ НОМЕРА

## Гериатрическая реабилитация пациентов с синдромом старческой астении: промежуточные результаты открытого проспективного исследования «ПОСТСКРИПТУМ»

Ткачева О.Н.<sup>1</sup>, Рунихина Н.К.<sup>1</sup>, Малая И.П.<sup>1\*</sup>, Юсупов А.Р.<sup>2</sup>, Шарашкина Н.В.<sup>1</sup>,  
Остапенко В.С.<sup>1</sup>, Котовская Ю.В.<sup>1</sup>, Мхитарян Э.А.<sup>1</sup>, Арефьева М.С.<sup>1</sup>,  
Попов Е.Е.<sup>1</sup>, Эсенбекова Э.Э.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова»  
Минздрава России, Москва, Россия

<sup>2</sup> ГБУ города Москвы, пансионат «Никольский парк» Департамента труда и социальной защиты населения города  
Москвы, Зеленоград, Россия

## РЕЗЮМЕ

**ВВЕДЕНИЕ.** Внедрение в практику дополнительного этапа реабилитации у пожилых пациентов с различной степенью выраженности старческой астении способствует восстановлению функциональной независимости пациентов, снижению частоты повторных госпитализаций и уровня смертности. Для более широкой интеграции моделей гериатрической помощи в клиническую практику необходимы дополнительные исследования в Российской Федерации.

**ЦЕЛЬ.** Оценка влияния гериатрической реабилитации на уровень функциональной активности у пациентов со старческой астенией.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** Многоцентровое проспективное исследование эффективности индивидуальных 21-дневных программ гериатрической реабилитации, основанных на комплексной гериатрической оценке, для пациентов 60 лет и старше с синдромом старческой астении.

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.** В популяцию анализа включены 483 пациента, из которых 84,2 % ( $n = 390$ ) женщины, средний возраст составил  $78,6 \pm 7,7$  лет. Пациентов распределили в три группы: старческой астении ( $n = 171$ ; 36 %), преастении ( $n = 291$ ; 60 %) и «крепкие» ( $n = 21$ ; 4 %). Улучшение гериатрического статуса отмечено во всех группах. Максимальные изменения зарегистрированы у пациентов со старческой астенией: увеличилась сумма баллов краткой батареи тестов физического функционирования, индекс Бартел, сумма баллов по шкале МОСА; уменьшились сумма баллов по шкале GDS-15 и индекс тяжести инсомнии, улучшились самооценка боли по визуально-аналоговой шкале и показатели динамометрии.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Многокомпонентная интервенция, основанная на комплексной гериатрической оценке, ассоциирована с улучшением функционального, физического и когнитивного статусов пожилых пациентов уже через 3 недели после начала вмешательства.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** гериатрическая реабилитация, старческая астения, комплексная гериатрическая оценка, пожилой возраст

**Для цитирования / For citation:** Ткачева О.Н., Рунихина Н.К., Малая И.П., Юсупов А.Р., Шарашкина Н.В., Остапенко В.С., Котовская Ю.В., Мхитарян Э.А., Арефьева М.С., Попов Е.Е., Эсенбекова Э.Э. Гериатрическая реабилитация пациентов с синдромом старческой астении: промежуточные результаты открытого проспективного исследования «ПОСТСКРИПТУМ». Вестник восстановительной медицины. 2024; 23(6):8-18. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-6-8-18> [Tkacheva O.N., Runikhina N.K., Malaya I.P., Yusupov A.R., Sharashkina N.V., Ostapenko V.S., Kotovskaya Yu.V., Mkhitaryan E.A., Arefieva M.S., Popov E.E., Esenbekova E.E. Geriatric Rehabilitation in Patients with Frailty: Interim Results of the POSTSCRIPTUM. An Open Prospective Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(6):8-18. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-6-8-18> (In Russ.).]

\* Для корреспонденции: Малая Ирина Павловна, E-mail: [malaya\\_ip@rgnkc.ru](mailto:malaya_ip@rgnkc.ru)

Статья получена: 06.09.2024

Статья принята к печати: 22.11.2024

Статья опубликована: 16.12.2024

## EDITOR'S CHOICE

## Geriatric Rehabilitation in Patients with Frailty: Interim Results of the POSTSCRIPTUM. An Open Prospective Study

 Olga N. Tkacheva<sup>1</sup>,  Nadezda K. Runikhina<sup>1</sup>,  Irina P. Malaya<sup>1,\*</sup>, Albert R. Yusupov<sup>2</sup>,  
 Natalia V. Sharashkina<sup>1</sup>,  Valentina S. Ostapenko<sup>1</sup>,  Yulia V. Kotovskaya<sup>1</sup>,  
 Elen A. Mkhitarian<sup>1</sup>,  Maria S. Arefieva<sup>1</sup>,  Evgenii E. Popov<sup>1</sup>,  Elnura E. Esenbekova<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

<sup>2</sup> State budgetary institution of the city of Moscow, boarding house "Nikolsky Park" of the Department of Labor and Social Protection of the Population of the City of Moscow, Zelenograd, Russia

### ABSTRACT

**INTRODUCTION.** Introduction of additional stage of rehabilitation in elderly patients with varying degrees of frailty into practice helps to restore functional independence in patients, reduce the frequency of rehospitalizations and mortality in this population. Additional studies are needed in the Russian Federation for a wider integration of geriatric care models into clinical practice.

**AIM.** To assess the impact of geriatric rehabilitation on the level of functional activity in patients with frailty.

**MATERIALS AND METHODS.** A multicenter prospective study of the effectiveness of individual 21-day geriatric rehabilitation programs based on the results of a comprehensive geriatric assessment for patients aged 60 years and older with frailty syndrome.

**RESULTS AND DISCUSSION.** The analysis population included 483 patients, of which 84.2 % ( $n = 390$ ) were women, the average age of patients was  $78.6 \pm 7.7$  years. The patients were divided into three groups: frailty ( $n = 171$ ; 36 %), pre-frailty ( $n = 291$ ; 60 %) and "robust" patients ( $n = 21$ ; 4 %). Improvement of geriatric status was registered in all groups. The most pronounced changes were found in patients with frailty: the sum of points of the SPPB, the Barthel index, the sum of points on the MOCA scale increased; the sum of points on the GDS-15 scale and the insomnia severity index decreased, self-assessment of pain on the VAS and dynamometry indicators improved.

**CONCLUSION.** A multicomponent intervention based on the results of a comprehensive geriatric assessment is associated with an improvement in the functional, physical and cognitive status of elderly patients already 3 weeks after the start of the intervention.

**KEYWORDS:** geriatric rehabilitation, frailty, comprehensive geriatric assessment, old age

**For citation:** Tkacheva O.N., Runikhina N.K., Malaya I.P., Yusupov A.R., Sharashkina N.V., Ostapenko V.S., Kotovskaya Yu.V., Mkhitarian E.A., Arefieva M.S., Popov E.E., Esenbekova E.E. Geriatric Rehabilitation in Patients with Frailty: Interim Results of the POSTSCRIPTUM. An Open Prospective Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(6):8-18. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-6-8-18> (In Russ.).

\* **For correspondence:** Irina P. Malaya, E-mail: malaya\_ip@rgnkc.ru

Received: 06.09.2024

Accepted: 22.11.2024

Published: 16.12.2024

### ВВЕДЕНИЕ

Современная демографическая ситуация характеризуется ростом продолжительности жизни и доли пожилых людей в общей численности населения [1], что закономерно ведет к росту потребности в диагностических, терапевтических и реабилитационных мероприятиях и разработке стратегий поддержки ослабленных пожилых пациентов. Даже при наличии мултиморбидности и гериатрических синдромов пожилые пациенты в большинстве случаев имеют потенциал для улучшения клинических и/или функциональных результатов [2].

Одним из перспективных направлений является гериатрическая реабилитация (ГР), представляющая собой комплекс мультидисциплинарных вмешательств, направленных на оптимизацию функциональных возможностей пожилых людей с физическими, когнитивными или социальными ограничениями [3]. Такой подход позволяет оптимизировать функциональные резервы пациентов для сохранения независимости от постоянной помощи и улучшения адаптации к окружающей

среде [4]. Реабилитация пациентов с синдромом старческой астении (СА) может проводиться в стационарных или амбулаторных условиях, при этом подходы различаются в зависимости от имеющихся ресурсов [5]. Особенность пожилых пациентов заключается в необходимости цель- и пациент-ориентированного подхода с активным вовлечением в реабилитационные мероприятия не только пациента, но и ухаживающих лиц [6]. Хронологический возраст, когнитивные расстройства и экономический статус сами по себе не должны ограничивать возможность проведения ГР [7]. Индивидуальные программы вмешательств необходимо адаптировать к конкретным потребностям пожилого пациента с учетом каждого домена комплексной гериатрической оценки (КГО) — физического здоровья, функционального, психоэмоционального и социального статусов.

Исследование ПОСТСКРИПТУМ — протокол гериатрической реабилитации при старческой астении у пациентов в возрасте 60 лет и старше в пансионатах и стационарных социальных учреждениях г. Москвы (многоцентровое проспективное исследование) — спланиро-

вано с целью изучения влияния ГР на функциональный, когнитивный, психологический и физический статус пациентов в возрасте 60 лет и старше вне зависимости от сопутствующих заболеваний.

Вторичными целями исследования являются оценка динамики отдельных параметров и предикторов эффективности ГР, оценка динамики качества жизни пациента до включения в программу и на момент ее завершения.

## ЦЕЛЬ

Основной целью исследования ПОСТСКРИПТУМ является оценка влияния ГР на уровень функциональной активности у пациентов с СА.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование ПОСТСКРИПТУМ выполнено на базе ГБУ г. Москвы пансионата «Никольский парк» и ОСП «Российский геронтологический научно-клинический центр» ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России. Исследование спланировано как проспективное многоцентровое нерандомизированное исследование в одной группе. Подробное описание протокола исследования опубликовано ранее [8].

### Участники исследования

В исследование скринировано 506 пациентов, последовательно поступивших в пансионат для реабилитации и соответствующих критериям отбора. До начала процедур все пациенты были ознакомлены с информацией об исследовании и предоставили письменное согласие на участие. На этапе скрининга 23 пациента отказались от участия. Таким образом, в исследование включено 483 пациента. Еще 21 пациент выбыл из исследования до визита 2 (рис. 1).

В популяцию анализа включены 483 пациента, выполнивших процедуры визита 1, из которых 84,2 % женщины ( $n = 390$ ), средний возраст составил  $78,6 \pm 7,7$  лет,

включая 37 (8,01 %) долгожителей. В соответствии с алгоритмом диагностики СА всем пациентам проведены скрининг по опроснику «Возраст не помеха» и оценка результатов краткой батареи тестов физического функционирования (КБТФФ), по результатам которых пациенты были распределены на три группы: СА, преастении и «крепкие» пациенты.

Пациентов, у которых было менее 3 баллов по шкале «Возраст не помеха» и 10–12 баллов по КБТФФ, относили к группе «крепких»; при результате КБТФФ 8–9 баллов — в группу преастении, а при результате 7 и менее баллов — в группу СА.

При наличии 3–4 баллов по опроснику «Возраст не помеха» пациентов распределяли в группу астении и преастении в зависимости от результата КБТФФ:  $\geq 8$  баллов по КБТФФ относили в группу преастении и  $< 7$  — в группу СА.

Пациентов с результатом 5 и более баллов по опроснику «Возраст не помеха» стратифицировали в группу СА независимо от результата КБТФФ.

Предварительное распределение пациентов по группам выполнено на основании скрининговых тестов. В дальнейшем всем пациентам выполнена КГО.

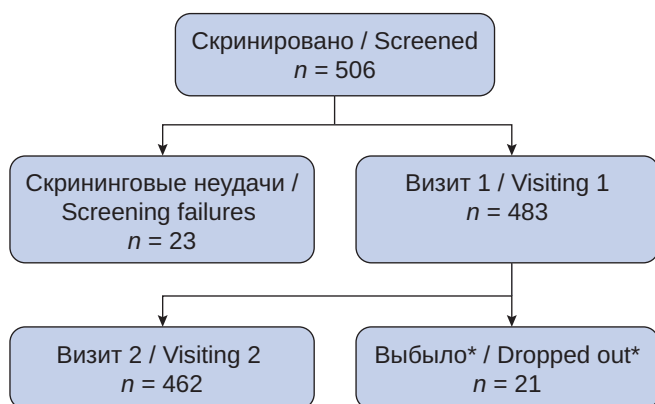
### Процедуры исследования

Пациентам, подписавшим информированное согласие на участие в исследовании и соответствовавшим критериям отбора, проведена КГО с оценкой основных доменов: физическое здоровье, функциональный, психоэмоциональный и социальный статусы.

Длительность активного вмешательства составила 21 день. Для контроля эффективности программы ГР проводили КГО сразу после завершения программы (визит 2) и дополнительно через 12 месяцев (визит 4). Через 6 месяцев после завершения программы проводили телефонный контакт (визит 2). В данной статье представлены результаты промежуточного анализа результатов через 21 день после начала вмешательства.

### Статистический анализ

Статистическая обработка данных выполнена с использованием программы NCSS 2023 Statistical Software (NCSS, LLC. Kaysville, Utah, USA (<https://www.ncss.com/software/ncss/>)). Соответствие вида распределения количественных переменных нормальному (гауссову) распределению проанализировано при помощи одновыборочного критерия Колмогорова — Смирнова. При нормальном распределении данных результаты представлены как  $M \pm SD$ , где  $M$  — среднее,  $SD$  — стандартное отклонение; при распределении, отличном от нормального, как  $Me$  (25 %; 75 %), где  $Me$  — медиана, 25 % и 75 % — 25-й и 75-й процентиля. Качественные порядковые переменные представлены как  $Me$  [25 %; 75 %]. При одинаковых значениях медианы для наглядности результаты представлены одновременно в виде  $Me$  (25 %; 75 %) и  $M \pm SD$ . Межгрупповые сравнения проводились с использованием дисперсионного анализа (ANOVA), критериев Манна — Уитни, Крускала — Уоллиса,  $\chi^2$  Пирсона и двустороннего точного теста Фишера. Динамику показателей оценивали с помощью критерия Вилкоксона. Статистически значимыми считались различия при двустороннем значении  $p < 0,05$ .



**Рис. 1.** Схема включения пациентов в исследование  
**Fig. 1.** The scheme of inclusion of patients in the study

**Примечание:** \* — досрочное выбывание по семейным обстоятельствам ( $n = 14$ ), острое респираторное заболевание ( $n = 5$ ), отказ пациента ( $n = 2$ ).

**Note:** \* — early withdrawal for family reasons ( $n = 14$ ), acute respiratory illness ( $n = 5$ ), patient refusal ( $n = 2$ ).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В соответствии с описанным выше алгоритмом всех пациентов распределили на три группы: СА ( $n = 171$ ; 36 %), преастении ( $n = 291$ ; 60 %) и «крепкие» пациенты ( $n = 21$ ; 4 %) (рис. 2).

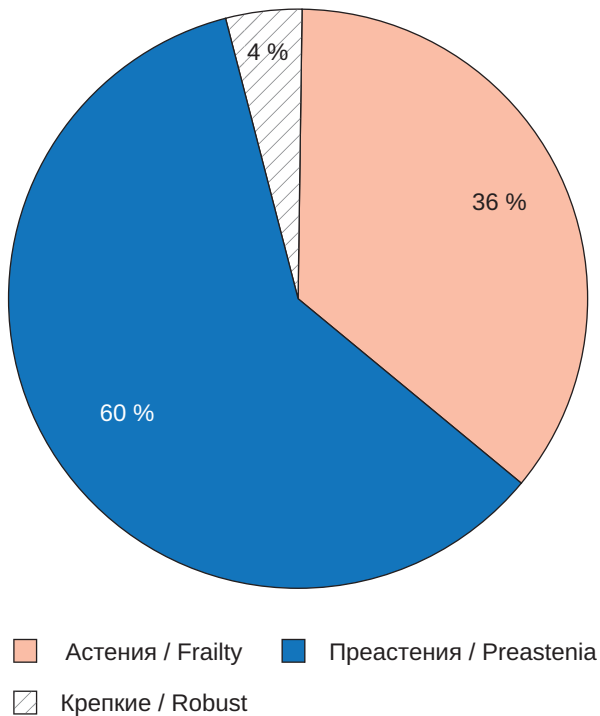


Рис. 2. Распределение пациентов по группам  
Fig. 2. Patients' distribution into the groups

Распределение пациентов по результатам опросника «Возраст не помеха» и КБТФФ, а также схема распределения по группам представлены в таблице 1.

Исходные характеристики каждой группы пациентов представлены в таблице 2.

В сравнении с другими группами пациенты с СА были старше (средний возраст составил  $80,3 \pm 7,91$  лет) и отличались более низким уровнем физической активности: примерно треть пациентов (33,9 %) уделяли физической активности менее 150 минут в неделю. В этой группе было наибольшее количество вдовых пациентов (63,3 %), тогда как в браке состояли только 24,9 %. Все три группы были сопоставимы по индексу массы тела, уровню образования и распределению мужчин и женщин.

Наиболее распространенными заболеваниями во всех группах наблюдения были артериальная гипертензия (93,1 %), хроническая сердечная недостаточность (62,9 %) и ишемическая болезнь сердца (54,7 %).

Все пациенты принимали участие в адаптированных индивидуальных программах ЛФК, мероприятиях по расширению двигательной активности и групповых занятиях по когнитивному тренингу. Каждому участнику проведена коррекция полипрагмазии (по показаниям), консультация психолога, даны рекомендации по питанию с учетом основных и сопутствующих заболеваний.

Эффективность программы реабилитации пожилых пациентов была проанализирована у 462 пациентов, завершивших процедуры двух визитов.

Динамика показателей КГО после 21-дневного курса ГР представлена в таблице 3. Улучшение гериатрического статуса отмечено во всех трех группах (рис. 3),

Таблица 1. Распределение пациентов по результатам опросника «Возраст не помеха» и краткой батарее тестов физического функционирования

Table 1. Patients' distribution by the questionnaire "Vozrast ne pomekha" and Short Physical Performance Battery

| КБТФФ, баллы / SPPB, score | Возраст не помеха, баллы / Vozrast ne pomekha, score |   |   |    |    |    |   |   |
|----------------------------|------------------------------------------------------|---|---|----|----|----|---|---|
|                            | 0                                                    | 1 | 2 | 3  | 4  | 5  | 6 | 7 |
| 1                          |                                                      |   |   |    | 2  | 1  |   | 1 |
| 2                          |                                                      |   |   |    |    | 1  |   |   |
| 3                          |                                                      |   |   |    | 1  | 2  | 2 |   |
| 4                          |                                                      |   |   |    | 5  | 2  | 1 |   |
| 5                          |                                                      |   |   | 2  | 6  | 7  |   |   |
| 6                          |                                                      |   |   | 4  | 8  | 4  | 4 |   |
| 7                          | 1                                                    |   | 2 | 8  | 10 | 7  | 2 | 1 |
| 8                          |                                                      |   | 1 | 14 | 20 | 8  | 3 |   |
| 9                          | 1                                                    |   |   | 20 | 27 | 12 | 4 | 1 |
| 10                         |                                                      | 5 | 4 | 23 | 31 | 10 | 3 | 1 |
| 11                         |                                                      | 1 | 4 | 42 | 25 | 19 | 3 |   |
| 12                         |                                                      |   | 6 | 48 | 40 | 20 | 2 |   |

Группа «Крепких» / The "Robust" group  
Группа «Преастении» / The "Preastenia" Group  
Группа СА / "Frailty" Group

Таблица 2. Исходные клинико-anamnestические характеристики группы  
Table 2. Baseline clinical and anamnesic parameters of the group

| Группы                                                                                   |                                             |                                |                                      |                              |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|--------|
| Показатель / Parameter                                                                   | Все пациенты /<br>All patients<br>(n = 483) | Астения / Frailty<br>(n = 171) | Преастения /<br>Prefrailty (n = 291) | Крепкие /<br>Robust (n = 21) | p      |
| Женский пол /<br>Female gender, n (%)                                                    | 398 (84,2 %)                                | 139 (81,3 %)                   | 242 (83,2 %)                         | 17 (81 %)                    | 0,86   |
| Возраст, годы /<br>Age, years (M ± SD)                                                   | 78,6 ± 7,67                                 | 80,3 ± 7,91                    | 77,62 ± 7,47                         | 78,19 ± 6,19                 | 0,001  |
| Индекс массы тела, кг/м² /<br>Body mass index, kg/m²<br>(M ± SD)                         | 29,2 ± 5,3                                  | 29,6 ± 5,96                    | 29,04 ± 4,97                         | 27,23 ± 3,43                 | 0,13   |
| Семейный статус / Family status                                                          |                                             |                                |                                      |                              |        |
| Женат / Married, n (%)                                                                   | 138 (28,8 %)                                | 42 (24,9 %)                    | 88 (30,3 %)                          | 8 (38,1 %)                   | 0,01   |
| Вдовец / Widower, n (%)                                                                  | 257 (53,5 %)                                | 107 (63,3 %)                   | 140 (48,3 %)                         | 10 (47,6 %)                  |        |
| В разводе / Divorced, n (%)                                                              | 46 (9,6 %)                                  | 9 (5,3 %)                      | 37 (12,8 %)                          | 0 (0 %)                      |        |
| Физическая активность / Physical activity                                                |                                             |                                |                                      |                              |        |
| < 150 минут в неделю /<br>< 150 minutes per week, n (%)                                  | 128 (26,6 %)                                | 58 (33,9 %)                    | 65 (22,4 %)                          | 5 (23,8 %)                   | 0,03   |
| Уровень образования / Education Level                                                    |                                             |                                |                                      |                              |        |
| Высшее /<br>High, n (%)                                                                  | 350 (72,8 %)                                | 117 (68,8 %)                   | 215 (74,1 %)                         | 18 (85,7 %)                  | 0,39   |
| Средне-специальное /<br>secondary professional,<br>n (%)                                 | 110 (22,9 %)                                | 43 (25,3 %)                    | 64 (22,1 %)                          | 3 (14,3 %)                   |        |
| Среднее / Secondary, n (%)                                                               | 21 (4,3 %)                                  | 10 (5,9 %)                     | 11 (3,8)                             | 0                            |        |
| Хронические заболевания / Chronic diseases                                               |                                             |                                |                                      |                              |        |
| Артериальная<br>гипертензия / Arterial<br>hypertension, n (%)                            | 442 (93,1 %)                                | 160 (95,2 %)                   | 261 (91,3 %)                         | 21 (100 %)                   | 0,13   |
| Хроническая сердечная<br>недостаточность /<br>Chronic heart failure,<br>n (%)            | 299 (62,9 %)                                | 117 (69,6 %)                   | 167 (58,4 %)                         | 15 (71,4 %)                  | 0,04   |
| Ишемическая болезнь<br>сердца / Coronary heart<br>disease, n (%)                         | 260 (54,7 %)                                | 113 (67,3 %)                   | 134 (46,9 %)                         | 13 (61,9 %)                  | 0,0001 |
| Сахарный диабет /<br>Diabetes mellitus, n (%)                                            | 91 (19,2 %)                                 | 35 (20,8 %)                    | 50 (17,5 %)                          | 6 (28,6 %)                   | 0,36   |
| Острое нарушение<br>мозгового<br>кровообращения<br>в анамнезе /<br>Stroke history, n (%) | 52 (10,9 %)                                 | 29 (17,3 %)                    | 23 (8 %)                             | 0 (0 %)                      | 0,003  |
| Инфаркт миокарда<br>в анамнезе / Myocardial<br>infarction history, n (%)                 | 46 (9,7 %)                                  | 16 (9,5 %)                     | 28 (9,8 %)                           | 2 (9,5 %)                    | 0,99   |

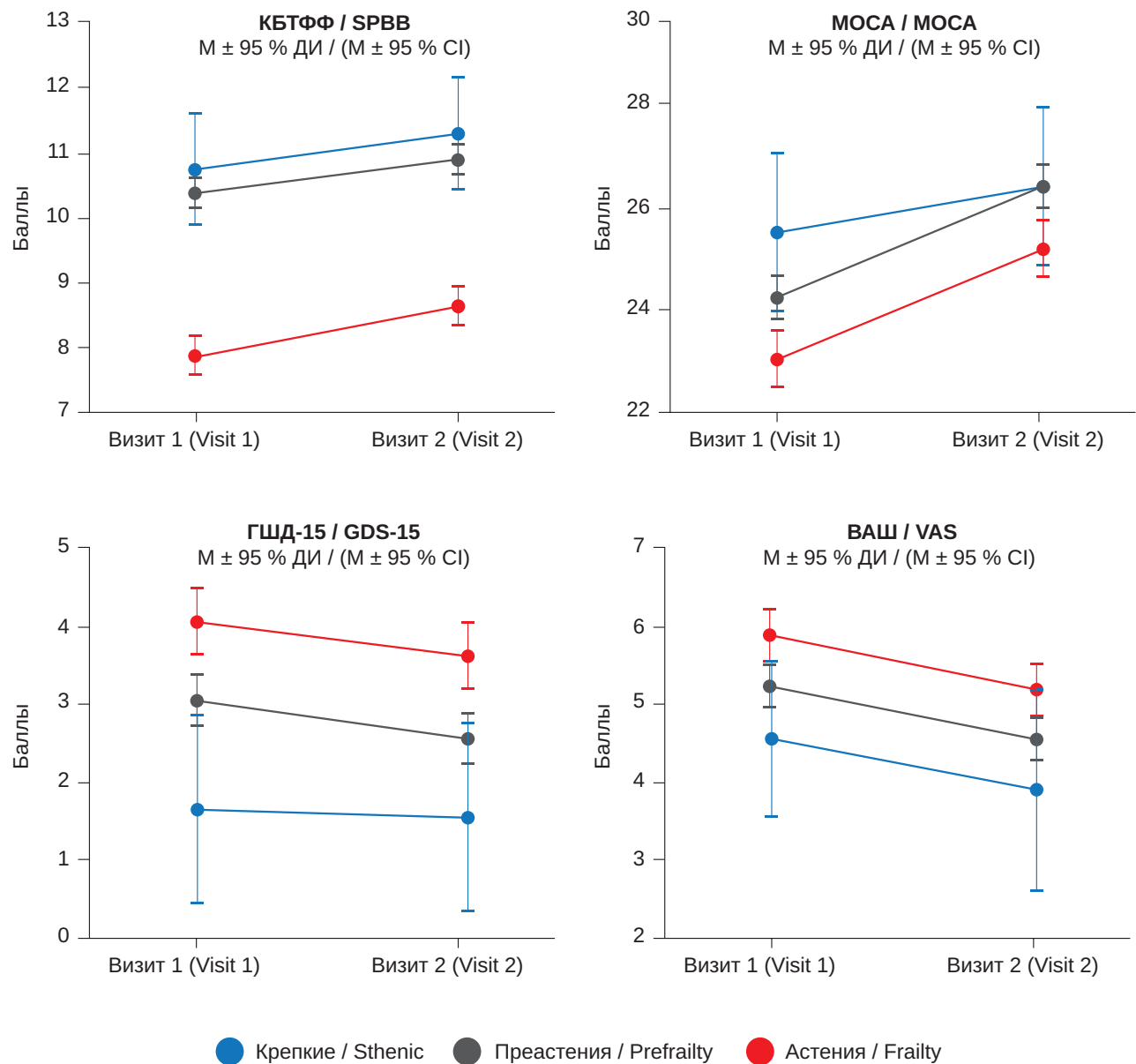
однако наиболее выраженные изменения зарегистрированы у пациентов с СА. Так, в этой группе увеличилась сумма баллов КБТФФ, индекс Бартел, сумма баллов по шкале МОСА; уменьшились сумма баллов по шкале GDS-15 и индекс тяжести инсомнии, улучшились самооценка боли по визуально-аналоговой шкале оценки болевого синдрома (ВАШ) и показатели динамометрии. В группе преастении наблюдалась аналогичная динамика показателей КГО за исключением индекса Бартел. У крепких пациентов отмечено улучшение показателей динамометрии и увеличение суммы баллов по шкале МОСА.

ПОСТСКРИПТУМ — первое исследование ГР в Российской Федерации. Особенностью исследования является отбор пациентов, имеющих показания к ГР вне зависимости от имеющихся заболеваний и их тяжести. Впервые популяция исследования включала мультиморбидных пациентов с разнообразными нозологиями, синдромом СА и другими гериатрическими синдромами. Так как синдром СА, будучи тесно связан с мульти-

морбидностью, в ряде случаев может стать самостоятельной причиной функциональных нарушений [6], при составлении протокола исследования, выборе популяции исследования и реабилитационных программ основной фокус был направлен именно на показатели гериатрического статуса, а не на конкретную соматическую патологию и/или острую ситуацию (стресс, хирургическое вмешательство и др.).

В рутинной клинической практике в процессе лечения основного и/или сопутствующих заболеваний врачи часто недооценивают значение снижения показателей физического функционирования, гериатрических синдромов, включая СА, нарушений эмоционального статуса и других гериатрических синдромов. В целом ряде исследований показано, что введение комплексной мультидоменной ГР на этапе госпитализации пациентов и далее на амбулаторном этапе после выписки может быть эффективным при лечении пациентов с различными острыми/подострыми состояниями [9–11]. Однако в большинстве исследований

OLGA N. TKACHEVA ET AL. | CLINICAL TRIAL



**Рис. 3.** Динамика показателей гериатрического статуса через 21 день программы гериатрической реабилитации  
**Fig. 3.** Dynamics of Geriatric status parameters after 21 days-programm of Geriatric Rehabilitation

Таблица 3. Динамика показателей гериатрического статуса через 21 день после начала программы гериатрической реабилитации  
Table 3. Dynamics of geriatric status indicators 21 days after the start of the Geriatric rehabilitation program

| Параметр / Parameter                                            | Астения / Frailty           |                             | Преастения / Prefrailty     |                             | Крепкие / Robust           |                            |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|
|                                                                 | Визит 1 / Visit 1 (n = 171) | Визит 2 / Visit 2 (n = 161) | Визит 1 / Visit 1 (n = 291) | Визит 2 / Visit 2 (n = 281) | Визит 1 / Visit 1 (n = 21) | Визит 2 / Visit 2 (n = 20) |
| Возраст, годы / Age, years                                      | 76,96 ± 15,75               | 77,13 ± 15,81               | 75 ± 14,26                  | 75,11 ± 14,02               | 71,15 ± 10,08              | 71,3 ± 10,15               |
| Индекс массы тела кг/м² / Body mass Index, kg/m²                | 29,6 ± 5,96                 | 29,61 ± 5,99                | 29,04 ± 4,97                | 29,1 ± 4,89                 | 27,23 ± 3,43               | 27,31 ± 3,48               |
| M ± SD                                                          |                             |                             |                             |                             |                            |                            |
| Динамометрия, кг / Dynamometry, kg                              | 15 [11; 2]                  | 16 [11,5; 2]                | 18 [14; 21]                 | 18 [15; 22]                 | 16 [15; 18,5]              | 17,5 [14,25; 19]           |
| Me (IQR)                                                        |                             |                             |                             |                             |                            |                            |
| КБТФФ, баллы / SPPB, score, Me (IQR)                            | 8 [6; 10,5]                 | 9 [7; 11]                   | 11 [9; 12]<br>10,45 ± 1,38  | 11 [10; 12]<br>10,95 ± 1,29 | 11 [10; 12]                | 12 [11; 12]                |
| M ± SD                                                          |                             |                             |                             |                             |                            |                            |
| IADL, баллы / IADL, score                                       | 25 [23; 27]                 | 25 [23,5; 27]               | 27 [26; 27]                 | 27 [26; 27]                 | 27 [27; 27]                | 27 [27; 27]                |
| Me (IQR)                                                        |                             |                             |                             |                             |                            |                            |
| Индекс Бартел, баллы / Bartel Index, score                      | 95 [90; 100]                | 95 [90; 100]                | 100 [95; 100]               | 100 [95; 100]               | 100 [100; 100]             | 100 [100; 100]             |
| Me (IQR)                                                        | 92,56 ± 8,33                | 93,2 ± 8,05                 |                             |                             |                            |                            |
| M ± SD                                                          |                             |                             |                             |                             |                            |                            |
| GDS-15, баллы / GDS-15, score                                   | 3 [2; 6]                    | 3 [1; 5]                    | 2 [1; 5]                    | 2 [1; 4]                    | 1 [0; 2]                   | 1 [0; 2]                   |
| Me (IQR)                                                        | 4,06 ± 3,09                 | 3,64 ± 2,94                 | 3,03 ± 2,73                 | 2,55 ± 2,55                 |                            |                            |
| M ± SD                                                          |                             |                             |                             |                             |                            |                            |
| Индекс тяжести инсомнии, баллы / Insomnia Severity Index, score | 9 [6; 12]                   | 8 [5; 12]                   | 8 [4; 13]                   | 7 [4; 11]                   | 4,5 [2; 8,75]              | 4 [2,25; 8,75]             |
| Me (IQR)                                                        |                             |                             |                             |                             |                            |                            |
| MNA, баллы / MNA, score                                         | 25,5 [23,5; 26,5]           | 25,5 [24; 26,75]            | 26 [24,5; 27]               | 26 [24,5; 27]               | 27 [26,5; 29]              | 27,5 [26,5; 28,5]          |
| Me (IQR)                                                        |                             |                             |                             |                             |                            |                            |
| MOCA, баллы / MOCA, score                                       | 23 [21; 26]                 | 26 [22; 28]                 | 25 [22; 27]                 | 27 [25; 29]                 | 26 [24,25; 28]             | 27 [24,5; 29,75]           |
| Me (IQR)                                                        |                             |                             |                             |                             |                            |                            |
| ВАШ, баллы / VAS, score                                         | 6 [4; 7]                    | 6 [4; 6]                    | 5 [4; 6]                    | 5 [3; 6]                    | 5 [3; 6]                   | 4 [1,5; 6]                 |
| Me (IQR)                                                        |                             |                             |                             |                             |                            |                            |
| EQ-5D, баллы / EQ-5D, score                                     | 4 [3; 5]                    | 3,5 [3; 4,75]               | 2 [1; 3]                    | 2 [1; 3]                    | 2 [1; 25]                  | 2 [0,25; 2]                |
| Me (IQR)                                                        |                             |                             |                             |                             |                            |                            |

Примечание: IADL — шкала оценки инструментальной деятельности в повседневной жизни, GDS-15 — гериатрическая шкала депрессии-15, MNA — краткая шкала оценки питания, MOCA — Монреальская шкала оценки когнитивных функций, EQ-5D — опросник качества жизни.

Note: IADL — Instrumental Activities of Daily Living, GDS-15 — Geriatric Depression Scale-15, MNA — Mini Nutritional Assessment, MOCA — Montreal Cognitive Assessment, EQ-5D — European Quality of Life Questionnaire.

речь в первую очередь идет о коррекции физической активности. Так, в исследовании Kitzman D.W. et al. показано, что в популяции пациентов пожилого и старческого возраста, госпитализированных в связи с декомпенсацией хронической сердечной недостаточности, введение ранней многокомпонентной физической реабилитации значительно улучшало исходы и ускоряло восстановление в сравнении со стандартным подходом [12]. В исследовании Vluggen T.P.M.M. et al. продемонстрирована эффективность ГР в раннем периоде после инсульта [13]. В других исследованиях представлены результаты успешной реабилитации пожилых пациентов с ревматоидным артритом [9], хронической обструктивной болезнью легких [14] и хронической сердечной недостаточностью [12, 15]. Большой пул исследований посвящен реабилитации пожилых пациентов в постоперационный период [16].

В нашем исследовании мы показали, что комплексный подход является эффективным для пациентов с СА вне зависимости от сопутствующих заболеваний. Уже через 3 недели проведения комплексной ГР зарегистрировано улучшение не только показателей физической активности (результаты КБТФФ и динамометрии), но и показатель оценки когнитивного (динамика балла по шкале МОСА) и эмоционального статуса (уменьшились сумма баллов по шкале GDS-15 и индекс тяжести инсомнии), улучшились самооценка боли по ВАШ. В группе астении также наблюдалась положительная динамика индекса Бартел. В группе «крепких» пациентов также отмечено улучшение целого ряда показателей, однако динамика была менее выраженной, чем в группе астении. Это, возможно, связано с тем, что выбранные методы оценки исходно были на более высоком уровне и часто соответствовали норме.

Хотелось бы отметить, что в доступных в настоящее время исследованиях с применением технологий ГР чаще всего используются долгосрочные программы длительностью 3–6 месяцев и более [16–21]. Отличием нашей работы является проведение краткосрочной 21-дневной программы реабилитации с последующим наблюдением. Уже при такой длительности ГР удалось показать положительное влияние на функциональный статус пациентов даже в течение такого короткого срока. Кратковременность программ делает их более доступными, что особенно важно для пациентов гериатрического профиля с учетом социальных аспектов, часто имеющейся зависимости от посторонней помощи и других обстоятельств, затрудняющих многократное посещение реабилитационных центров.

Зарегистрированные в нашем исследовании повышение физического функционирования пожилых пациентов (увеличение скорости ходьбы, количества и скорости подъемов со стула по тестам КБТФФ, показателей динамометрии) свидетельствуют о возможности повышения мышечной силы в пожилом и старческом возрасте в довольно короткие сроки.

В результате выполнения программы ГР в нашем исследовании отмечено снижение выраженности болевого синдрома без добавления медикаментозной терапии. Важность немедикаментозных методов терапии болевого синдрома отмечена в рекомендациях Международного общества по изучению остеоартроза, где было показано, что эффект от аэробных физических нагрузок выше, чем эффект от приема нестероидных противовоспалительных препаратов [11]. Добавление физических нагрузок позволяет повысить безопасность лечения путем снижения дозы и/или кратности приема фармакотерапии.

Учитывая, что в нашем исследовании не было пациентов с тяжелой СА, мы предполагаем, что показанная эффективность исследуемых программ подтверждает обратимость СА именно при нетяжелых формах и в первую очередь должна проводиться у пациентов этой группы.

В нашем исследовании есть ряд ограничений, в частности, отсутствие группы контроля и рандомизации. Исследование проводили в гериатрическом центре, куда поступают только пациенты, способные к самообслуживанию в условиях такого учреждения. Таким образом, представленная выборка была несколько ограничена дополнительно к заранее определенным критериям включения и невключения.

По завершении 21-дневных реабилитационных мероприятий всем участникам были выданы рекомендации по продолжению программ на амбулаторном этапе с целью поддержания и улучшения достигнутых результатов. Анализ результатов последующих визитов будет представлен в более поздних публикациях.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ПОСТСКРИПТУМ — первое российское исследование эффективности ГР, основанной на результатах КГО у пациентов с СА. Полученные результаты свидетельствуют об эффективности краткосрочных индивидуальных программ ГР у пациентов с различной степенью выраженности синдрома СА. Дальнейшее изучение ГР с целью внедрения таких программ в повседневную практику можно считать одной из приоритетных задач гериатрической медицины.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Ткачева Ольга Николаевна**, доктор медицинских наук, профессор, директор, ОСП «Российский геронтологический научно-клинический центр», ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4193-688X>

**Рунихина Надежда Константиновна**, доктор медицинских наук, заместитель директора по гериатрической работе, ОСП «Российский геронтологический научно-клинический центр», ФГАОУ ВО «Российский национальный исследова-

тельский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5272-0454>

**Малая Ирина Павловна**, кандидат медицинских наук, заведующий лабораторией клинической фармакологии и фармакотерапии, ОСП «Российский геронтологический научно-клинический центр», ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России.

E-mail: [malaya\\_ip@rgnkc.ru](mailto:malaya_ip@rgnkc.ru);

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5964-5725>

**Юсупов Альберт Рафаилович**, кандидат медицинских наук, директор, ГБУ г. Москвы пансионат «Никольский парк» Департамента труда и социальной защиты населения г. Москвы.

**Шарашкина Наталья Викторовна**, кандидат медицинских наук, заведующий лабораторией общей гериатрии, ОСП «Российский геронтологический научно-клинический центр», ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6465-4842>

**Остапенко Валентина Сергеевна**, кандидат медицинских наук, заведующий отделением гериатрической терапии, ОСП «Российский геронтологический научно-клинический центр», ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1222-3351>

**Котовская Юлия Викторовна**, доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по научной работе, ОСП «Российский геронтологический научно-клинический центр», ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1628-5093>

**Мхитарян Элен Араиковна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры болезней старения, заведующий лабораторией нейрогериатрии, ОСП «Российский геронтологический научно-клинический центр», ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2597-981X>

**Арефьева Мария Сергеевна**, младший научный сотрудник лаборатории общей гериатрии, ОСП «Российский геронтологический научно-клинический центр», ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5869-0233>

**Попов Евгений Евгеньевич**, младший научный сотрудник лаборатории общей гериатрии, ОСП «Российский геронтологический научно-клинический центр», ФГАОУ ВО «Рос-

сийский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9666-9224>

**Эсенбекова Элнура Эсенбековна**, гериатр, ОСП «Российский геронтологический научно-клинический центр», ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4227-2082>

**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: Ткачева О.Н. — научное обоснование, методология, руководство проектом; Рунихина Н.К. — научное обоснование, методология, руководство проектом, анализ данных, проверка и редактирование рукописи; Малая И.П. — курирование проекта, проверка и редактирование рукописи, анализ данных; Юсупов А.Р. — проведение исследования; Шарашкина Н.В. — проведение исследования; Остапенко В.С. — проведение исследования; Котовская Ю.В. — научное обоснование, методология; Мхитарян Э.А. — методология; Арефьева М.С. — проведение исследования, написание черновика рукописи; Попов Е.Е. — проведение исследования, верификация данных, написание черновика рукописи; Эсенбекова Э.Э. — проведение исследования.

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

**Конфликт интересов.** Ткачева О.Н. — директор ОСП «Российский геронтологический научно-клинический центр». Остальные авторы заявляют отсутствие конфликта интересов.

**Информированное согласие.** Авторы получили письменное согласие пациентов на публикацию всей соответствующей медицинской информации, включенной в рукопись.

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

## ADDITIONAL INFORMATION

**Olga N. Tkacheva**, D.Sc. (Med.), Professor, Director, Russian Gerontological Research and Clinical Centre, Pirogov Russian National Research Medical University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4193-688X>

**Nadezda K. Runikhina**, D.Sc. (Med.), Deputy Director, Russian Gerontological Research and Clinical Centre, Pirogov Russian National Research Medical University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5272-0454>

**Irina P. Malaya**, Ph.D. (Med.), Head of Laboratory for Clinical Pharmacology and Pharmacotherapy, Russian Gerontological Research and Clinical Centre, Pirogov Russian National Research Medical University.

E-mail: [malaya\\_ip@rgnkc.ru](mailto:malaya_ip@rgnkc.ru);

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5964-5725>

**Albert R. Yusupov**, Ph.D. (Med.), Director, State budgetary institution of the city of Moscow, boarding house "Nikolsky Park" of the Department of Labor and Social Protection of the Population of the City of Moscow.

**Natalia V. Sharashkina**, Ph.D. (Med.), Head of Geriatrics Laboratory, Russian Gerontological Research and Clinical Centre, Pirogov Russian National Research Medical University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6465-4842>

**Valentina S. Ostapenko**, Ph.D. (Med.), Head of Geriatrics Department, Russian Gerontological Research and Clinical Centre, Pirogov National Research Medical University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1222-3351>

**Yulia V. Kotovskaya**, D.Sc. (Med.), Professor, Deputy Director, Russian Gerontological Research and Clinical Centre, Pirogov Russian National Research Medical University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1628-5093>

**Elen A. Mkhitarian**, Ph.D. (Med.), Associate Professor at the Department of Aging Diseases, Russian Gerontological Research and Clinical Centre, Pirogov Russian National Research Medical University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2597-981X>

**Maria S. Arefieva**, Junior Research Assistant of Geriatrics Laboratory, Russian Gerontological Research and Clinical

Centre, Pirogov Russian National Research Medical University.  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5869-0233>

**Evgenii E. Popov**, Junior Research Assistant of Geriatrics Laboratory, Russian Gerontological Research and Clinical Centre, Pirogov Russian National Research Medical University.  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9666-9224>

**Elnura E. Esenbekova**, Geriatrician, Russian Gerontological Research and Clinical Centre, Pirogov Russian National Research Medical University.  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4227-2082>

**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: Tkacheva O.N. — conceptualization, methodology, supervision, project administration; Runikhina N.K. — conceptualization,

methodology, project administration, formal analysis, writing, review and editing; Malaya I.P. — data curation, formal analysis, writing — review and editing; Yusupov A.R. — investigation; Sharashkina N.V. — investigation; Ostapenko V.S. — investigation; Kotovskaya Yu.V. — conceptualization, methodology; Mkhitarian E.A. — methodology; Arefieva M.S. — investigation, writing — original draft; Popov E.E. — investigation, writing — original draft; Esenbekova E.E. — investigation.

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

**Disclosure.** Tkacheva O.N. — Director of Russian Gerontological Research and Clinical Centre.

**Informed Consent for Publication.** Written consent was obtained from the patient for publication of relevant medical information.

**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. Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Численность населения Российской Федерации по полу и возрасту на 1 января 2022 года (статистический бюллетень). Москва. 2022. Доступно на: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Bul\\_chislen\\_nasel-pv\\_01-01-2022.pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Bul_chislen_nasel-pv_01-01-2022.pdf) (Дата обращения 10.08.2024). [Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki (Rosstat). Chislennost' naseleniya Rossijskoj Federacii po polu i vozrastu na 1 yanvarya 2022 goda (statisticheskij byulleten'). Moskva. 2022. Dostupno na: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Bul\\_chislen\\_nasel-pv\\_01-01-2022.pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Bul_chislen_nasel-pv_01-01-2022.pdf) (Accessed 10.08, 2024) (In Russ.).]
2. Billot M., Calvani R., Urtamo A., et al. Preserving mobility in older adults with physical frailty and sarcopenia: opportunities, challenges, and recommendations for physical activity interventions. Clin. Interv. Aging. 2020; 15: 1675–1690. <https://doi.org/10.2147/CIA.S253535>
3. Grund S., Gordon A.L., van Balen R., et al. European consensus on core principles and future priorities for geriatric rehabilitation: consensus statement. Eur Geriatr Med. 2020; 11(2): 233–238. <https://doi.org/10.1007/s41999-019-00274-1>
4. Иванова Г.Е., Мельникова Е.В., Белкин А.А. и др. Как организовать медицинскую реабилитацию? Вестник восстановительной медицины. 2018; 2(84): 2–12. [Ivanova G.E., Melnikova E.V., Belkin A.A., et al. How to Organize Medical Rehabilitation? Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2018; 2(84): 2–12. (In Russ.).]
5. van Balen R., Gordon A.L., Schols J.M.G.A., et al. What is geriatric rehabilitation and how should it be organized? A Delphi study aimed at reaching European consensus. Eur Geriatr Med. 2019; 10(6): 977–987. <https://doi.org/10.1007/s41999-019-00244-7>
6. Ткачева О.Н., Котовская Ю.В., Рунихина Н.К. и др. Клинические рекомендации «Старческая астения». Российский журнал гериатрической медицины. 2020; 1: 11–46. <https://doi.org/10.37586/2686-8636-1-2020-11-46> [Tkacheva O.N., Kotovskaya Yu.V., Runikhina N.K., et al. Clinical guidelines on frailty. Russian Journal of Geriatric Medicine. 2020; 1: 11–46. <https://doi.org/10.37586/2686-8636-1-2020-11-46> (In Russ.).]
7. McGilton K.S., Vellani S., Zheng N., et al. Healthcare professionals' perspectives on rehabilitating persons with cognitive impairment. Dementia (London). 2021; 20(5): 1772–1790. <https://doi.org/10.1177/1471301220969615>
8. Ткачева О.Н., Рунихина Н.К., Малая И.П. и др. Протокол клинического исследования ПОСТСКРИПТУМ: ПрОтокол гериатричеСкой реабилиТации при Старческой астении у пациентов в возрасте 60 лет и старше в Пансионатах и Стационарных социальных Учреждениях г. Москвы. Многоцентровое проспективное исследование. Российский журнал гериатрической медицины. 2023; 1(13): 54–62. <https://doi.org/10.37586/2686-8636-1-2023-54-62> [Tkacheva O.N., Runikhina N.K., Malaya I.P., et al. POSTSCRIPTUM: Protocol of Geriatric Rehabilitation in Patients Aged 60 Years and Older Living in Moscow Boarding houses or Nursing homes. Protocol of Multicentral Prospective Study. Russian Journal of Geriatric Medicine. 2023; 1(13): 54–62. <https://doi.org/10.37586/2686-8636-1-2023-54-62> (In Russ.).]
9. Onishi A., Torii M., Hidaka Y., et al. Efficacy of personalized exercise program on physical function in elderly patients with rheumatoid arthritis at high risk for sarcopenia: study protocol for a randomized controlled trial. BMC Musculoskelet Disord. 2023; 24(1): 280. <https://doi.org/10.1186/s12891-023-06185-4>
10. Bernabei R., Landi F., Calvani R., et al. Multicomponent intervention to prevent mobility disability in frail older adults: randomised controlled trial (SPRINTT project). BMJ. 2022; 377: e068788. <https://doi.org/10.1136/bmj-2021-068788>
11. Metzelthin S.F., van Rossum E., de Witte L.P., et al. Effectiveness of interdisciplinary primary care approach to reduce disability in community dwelling frail older people: cluster randomised controlled trial. BMJ. 2013; 347: f5264. <https://doi.org/10.1136/bmj.f5264>
12. Kitzman D.W., Whellan D.J., Duncan P., et al. Physical Rehabilitation for Older Patients Hospitalized for Heart Failure. N. Engl. J Med. 2021; 385(3): 203–216. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2026141>
13. Pluggen T.P.M.M., van Haastregt J.C.M., Tan F.E., et al. Effectiveness of an integrated multidisciplinary geriatric rehabilitation programme for older persons with stroke: a multicentre randomised controlled trial. BMC Geriatr. 2021; 21(1): 134. <https://doi.org/10.1186/s12877-021-02082-4>
14. Wang T., Mao L., Wang J., et al. Influencing Factors and Exercise Intervention of Cognitive Impairment in Elderly Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Clin Interv Aging. 2020; 15: 557–566. <https://doi.org/10.2147/CIA.S245147>
15. Nagatomi Y., Ide T., Higuchi T., et al. Home-based cardiac rehabilitation using information and communication technology for heart failure patients with frailty. ESC Heart Fail. 2022; 9(4): 2407–2418. <https://doi.org/10.1002/ehf2.13934>
16. Арефьева М.С., Ерусланова К.А., Рунихина Н.К. и др. Реабилитационные программы для хирургических пациентов пожилого возраста в послеоперационном периоде. Российский журнал гериатрической медицины. 2023; 16(4): 261–272. <https://doi.org/10.37586/2686-8636-4-2023-261-272> [Arefieva M.S., Eruslanova K.A., Runikhina N.K., et al. Rehabilitation Programs for Older Surgical Patients in the Postoperative Period. Russian Journal of Geriatric Medicine. 2023; 16(4): 261–272. <https://doi.org/10.37586/2686-8636-4-2023-261-272> (In Russ.).]

17. Stathi A., Withall J., Greaves C.J., et al. A community-based physical activity intervention to prevent mobility-related disability for retired older people (REirement in ACTion (REACT)): study protocol for a randomised controlled trial. *Trials*. 2018; 19(1): 228. <https://doi.org/10.1186/s13063-018-2603-x>
18. Bao M., Chao J., Zhang N., et al. The association between the Short Physical Performance Battery and longitudinal trajectories of depressive symptoms among Chinese older adults. *Psychogeriatrics*. 2023; 23(6): 1027–1035. <https://doi.org/10.1111/psyg.13023>
19. Venegas-Sanabria L.C., Caverro-Redondo I., Martínez-Vizcaino V., et al. Effect of multicomponent exercise in cognitive impairment: a systematic review and meta-analysis. *BMC Geriatr*. 2022; 22(1): 617. <https://doi.org/10.1186/s12877-022-03302-1>
20. Giné-Garriga M., Roqué-Figuls M., Coll-Planas L., et al. Physical exercise interventions for improving performance-based measures of physical function in community-dwelling, frail older adults: a systematic review and meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2014; 95(4): 753–769.e3. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2013.11.007>
21. Pahor M., Guralnik J.M., Ambrosius W.T., et al. Effect of structured physical activity on prevention of major mobility disability in older adults: the LIFE study randomized clinical trial. *JAMA*. 2014; 311(23): 2387–2396. <https://doi.org/10.1001/jama.2014.5616>

# Effect of Ultrasound Combined with Dry Needling on Myofascial Pain in the Upper Trapezius : a Controlled Randomised Study

 **Rahmat Nugraha\*, Rahmatika, Sudaryanto, Hasbiah, Tiar Erawan**

Health Polytechnic Ministry of Health Makassar, Makassar, Indonesia

### ABSTRACT

**INTRODUCTION.** Myofascial Pain Syndrome (MPS) Upper trapezius is a condition of tightness in the upper trapezius characterized by the appearance of myofascial trigger points in the upper trapezius muscle fibers. This causes pain and decreased elastitrapezius muscle fibers, resulting in cervical motion limitations.

**AIM.** To determine the effect of the addition of ultrasound to Dry needling intervention on reducing pain and increasing cervical range in the condition of upper trapezius MPS.

**MATERIALS AND METHODS.** This type of research is a quasi-experiment with a randomized pre-test-post-test control group design that uses 2 sample groups, where the treatment group is given Ultrasound Therapy and Dry needling intervention, and the control group is given Dry needling intervention only. The sample obtained was 30 people according to the inclusion criteria, then randomized into 2 groups, namely 15 people in the treatment group and 15 people in the control group. Data collection was obtained through measurement of tenderness using Visual Analog Scale (VAS) and measurement of Range of Motion (ROM) using a goniometer.

**RESULTS AND DISCUSSION.** Based on the independent sample *t*-test for the VAS scale, the value of  $p = 0.619$  (mean difference of 3.767 control > 3.553 treatment), and based on the Mann-Whitney test, the value of  $p = 0.074$  for flexion ROM (mean difference of 17.00 control > 12.33 treatment),  $p = 0.311$  for lateral flexion ROM (mean difference of 9.33 treatment > 8.00 control), and  $p = 0.494$  for rotation ROM (mean difference of 13.33 treatment > 11.67 control), which means that there is no significant difference in effect between the treatment and control groups.

**CONCLUSION.** The addition of ultrasound to the dry needling intervention resulted in an increase of 9.33 in lateral flexion and 13.33 in rotation which means this number is greater when compared to dry needling alone with an increase of 8.00 in lateral flexion and 11.67 in rotation. However, the addition of ultrasound did not result in a decrease in tenderness and a greater improvement in cervical flexion where the value of 3.767 in dry needling alone > compared to the value of 3.553 in the addition of ultrasound and 17.00 > 12.33.

**KEYWORDS:** ultrasound therapy, dry needling, tenderness, myofascial pain syndrome, upper trapezius

**For citation:** Nugraha R., Rahmatika, Sudaryanto, Hasbiah, Erawan T. Effect of Ultrasound Combined with Dry Needling on Myofascial Pain in the Upper Trapezius: a Controlled Randomised Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(6):19-25. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-6-19-25>.

\* **For correspondence:** Rahmat Nugraha, E-mail: [rahmatnugraha@poltekkes-mks.ac.id](mailto:rahmatnugraha@poltekkes-mks.ac.id)

**Received:** 04.07.2024

**Accepted:** 15.10.2024

**Published:** 16.12.2024

# Влияние ультразвука в комплексе с сухим иглоукалыванием при миофасциальном болевом синдроме в верхней трапецевидной мышце: контролируемое рандомизированное исследование

**id Рахмат Нуграха\*, Рахматика, Сударьянто, Хасбиах, Тиар Эраван**

*Политехнический институт Министерства здравоохранения Макаassar, Макаassar, Индонезия*

## РЕЗЮМЕ

**ВВЕДЕНИЕ.** Миофасциальный болевой синдром (МФБС) верхней части трапецевидной мышцы — это состояние сдавленности верхней части трапецевидной мышцы, характеризующееся появлением миофасциальных триггерных точек в волокнах верхней части трапецевидной мышцы. Это вызывает боль и снижение эластичности мышечных волокон трапецевидной мышцы, что приводит к ограничению подвижности шейного отдела позвоночника.

**ЦЕЛЬ.** Определить влияние дополнения ультразвуком процедуры сухого иглоукалывания на уменьшение боли и увеличение амплитуды движения шейного отдела позвоночника в условиях МФБС верхней трапецевидной мышцы.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** Данный тип исследования представляет собой квазиэксперимент с использованием дизайна рандомизированного исследования контрольной группы «до проведения теста-после проведения теста», в рамках которого используются 2 группы выборки, причем группа лечения подвергается воздействию ультразвуковой терапии и сухого иглоукалывания, а контрольная группа — только воздействию сухого иглоукалывания. Полученная выборка составила 30 человек в соответствии с критериями включения, после чего была рандомизирована на 2 группы, а именно 15 человек в группе лечения и 15 человек в контрольной группе. Сбор данных осуществлялся путем измерения степени болезненности с помощью визуальной аналоговой шкалы (ВАШ) и измерения диапазона движения с помощью гониометра.

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.** По результатам независимого выборочного  $t$ -теста с использованием ВАШ, значение  $p = 0,619$  (средняя разница — 3,767 контрольная группа > 3,553 группа лечения), а по результатам теста Манна — Уитни, значение  $p = 0,074$  для диапазона движения (ROM) при сгибании (средняя разница — 17,00 контрольная группа > 12,33 группа лечения),  $p = 0,311$  для ROM бокового сгибания (средняя разница — 9,33 группа лечения > 8,00 контрольная группа), и  $p = 0,494$  для ROM при вращении (средняя разница — 13,33 группа лечения > 11,67 контрольная группа), что означает отсутствие значительной разницы в эффекте между группами лечения и контроля.

**ВЫВОДЫ.** Добавление ультразвука к процедуре сухого иглоукалывания привело к увеличению на 9,33 бокового сгибания и на 13,33 вращения, что означает, что это число больше по сравнению с одним только сухим иглоукалыванием с увеличением на 8,00 бокового сгибания и на 11,67 вращения. Однако добавление ультразвука не привело к уменьшению болезненности и значительному улучшению шейного сгибания, где значение 3,767 при сухом иглоукалывании больше по сравнению со значением 3,553 при добавлении ультразвука и  $17,00 > 12,33$ .

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** ультразвуковая терапия, сухое иглоукалывание, болезненность, миофасциальный болевой синдром, верхняя трапецевидная мышца

**Для цитирования:** Nugraha R., Rahmatika, Sudaryanto, Hasbiah, Erawan T. Effect of Ultrasound Combined with Dry Needling on Myofascial Pain in the Upper Trapezius: a Controlled Randomised Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(6):19-25. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-6-19-25>.

\* Для корреспонденции: Rahmat Nugraha, E-mail: rahmatnugraha@poltekkes-mks.ac.id

Статья получена: 04.07.2024

Статья принята к печати: 15.10.2024

Статья опубликована: 16.12.2024

## INTRODUCTION

Myofascial Pain Syndrome (MPS) is a prevalent chronic pain condition characterized by muscle tenderness and localized pain, often leading to persistent discomfort. MPS includes sensory, motor, and autonomic symptoms. Research indicates that most cases stem from trauma, muscle overuse, ergonomic and structural issues, and psychological stress [1].

Myofascial trigger points (MTrPs) are hypersensitive spots in taut bands of skeletal muscle or fascia, characterized by focal tenderness and electrical activity. Common in the trapezius muscles, they cause non-specific neck pain and are often treated by manual therapists. MTrPs are classified as active, causing referred pain and twitch response, or latent, causing pain only when palpated. According to Menses and Simons, MTrPs consistently cause pain patterns, result from muscle overload, contribute to motor

dysfunction, muscle weakness, limited range of motion, and interfere with sensory and autonomic functions, with pain intensity linked to their irritability [2].

A study in Spain found that 30 patients with neck and shoulder pain were diagnosed with neck pain syndrome and shoulder pain syndrome. Upon examination, 66.6 % had MTrPs in the left upper trapezius and 70 % in the right. MPS affects 20–95 % of those with musculoskeletal pain, showing a similar distribution between genders (24.1 % women and 23.8 % men). Notably, 84 % of MPS cases occur in the upper trapezius muscle, making it the most commonly affected muscle [3].

Research by Irianto (2016) indicates that prolonged computer use (4–5 hours) among students can lead to MPS. Static work exceeding 2 hours daily with non-ergonomic postures causes neck pain due to muscle overload, potentially triggering MPS, as explained by Anggraeni [3, 4].

Dry needling application is able to decrease central nervous system excitability by decreasing peripheral nociceptive activity associated with trigger points, by decreasing cornu dorsalis neuron activity and modulating brainstem areas associated with modulating pain. Several studies have confirmed that trigger points (TrP) dry needling decreases the amplitude and frequency of end plate noise and end plate spikes, as well as decreases acetylcholine levels and neuromuscular junction responses. The localised twitch response can interrupt motor end-plate noise, thus inducing an analgesic effect, and when in conjunction with stretching, helps to relax the actin-myosin bonds that constrict tight bands [5].

Inserting the needle into the target soft tissue causes mechanical hyperstimulation and manipulation. Bruising, bleeding and pain are the three most frequent side effects of dry needling. In addition, these side effects are related to the dry needling technique, such as the number of needle insertions into TrPs [6].

Furthermore, UT is an effective intervention for various musculoskeletal problems. Continuous UT that produces thermal effects is utilised to treat symptoms of myofascial pain syndrome [7].

Ultrasound's thermal effects raise tissue temperature, increase local blood flow, enhance tissue flexibility, and reduce fluid viscosity. It accelerates tissue metabolism by improving cell permeability and ion transport. In myofascial pain syndrome, poor vascularity and low oxygen supply cause pain and disability. Ultrasound's thermal intervention dilates blood vessels, enhancing blood flow and reducing ischemia, which increases tissue oxygenation. Needling a trigger point induces a local twitch response (LTR), an involuntary muscle contraction due to improved electrical activity, seen in post-needling EMG changes. This needling also boosts local blood supply, seen as redness, and combined with ultrasound, enhances tissue repair and flexibility by improving inflammatory responses [8].

AIM

This study aimed to assess the impact of adding ultrasound to dry needling on pain reduction and Range of Motion (ROM) improvement in upper trapezius MPS. Using stratified sampling to consider age and activity, mixed results were found for ultrasound with dry needling versus dry needling alone, linked to varying age and activity levels in the groups.

MATERIALS AND METHODS

Types of research

The type of research used is quasi experimental with a quantitative approach. The sampling method used was stratified sampling with pre test-post test control group design.

Research Location and Time

This research was located at the Health Polytechnic Ministry of Health Makassar. The research was conducted in April–May 2024.

Population and Sample

The study population was all patients with myofascial pain syndrome upper trapezius D-IV regular physiotherapy Poltekkes Kemenkes Makassar. This research was conducted on the entire population.

Data Collection

Data collection used a questionnaire to assess MPS Upper Trapezius in regular D-IV physiotherapy students. The results showed that 75 % of students had symptoms. The researcher then selected the population based on specific criteria to obtain the sample and measured their ROM as pre-test data.

Processing and Analysis of Data

The researcher employed stratified sampling, assigning Level I samples to the treatment group and Levels II and III to the control group. The treatment group received ultrasound therapy (UT) and dry needling per protocol, while the control group received dry needling alone. Post-test measurements of cervical ROM were then taken. Analysis included within-group pre-test and post-test data and between-group comparisons to assess effectiveness. Findings were presented in tables and narratives, discussed, and conclusions and recommendations were drawn based on the results.

Research result

Sample Characteristic

Table 1. Gender Presentation and Mean Age of Sample

| Sample Characteristic | Treatment Group |       | Control Group |       |
|-----------------------|-----------------|-------|---------------|-------|
|                       | n               | %     | n             | %     |
| Gender                |                 |       |               |       |
| Man                   | 4               | 26.7  | 3             | 20.0  |
| Woman                 | 11              | 73.3  | 12            | 80.0  |
|                       | Mean            | SB    | Mean          | SB    |
| Age                   | 18.73           | 0.594 | 19.67         | 0.724 |

Table 1 indicates that 26.7 % of the treatment group were men and 73.3 % were women, while in the control group, 20.0 % were men and 80.0 % were women. Overall, more women than men experience upper trapezius MPS.

Data Description

Table 2. Mean cervical range of motion and Visual Analog Scale by Value Pre Test, Post Test and Difference

| Sample Group              | Mean and Std. Deviation |                |                |
|---------------------------|-------------------------|----------------|----------------|
|                           | Pre test                | Post test      | Difference     |
| Treatment group           |                         |                |                |
| Visual Analog Scale (VAS) | 5.753 ± 0.9531          | 2.200 ± 0.7973 | 3.553 ± 0.9234 |
| Flexion                   | 64.67 ± 5.499           | 77.00 ± 3.684  | 12.33 ± 4.577  |
| Lateral Flexion           | 33.67 ± 4.806           | 43.00 ± 2.535  | 9.33 ± 4.169   |
| Rotation                  | 60.67 ± 7.761           | 74.00 ± 2.803  | 13.33 ± 6.726  |
| Control group             |                         |                |                |
| VAS                       | 6.333 ± 1.5444          | 2.567 ± 1.0761 | 3.767 ± 1.3605 |
| Flexion                   | 55.67 ± 8.837           | 72.67 ± 4.952  | 17.00 ± 7.746  |
| Lateral Flexion           | 34.67 ± 5.164           | 42.67 ± 2.582  | 8.00 ± 4.140   |
| Rotation                  | 61.33 ± 6.673           | 73.00 ± 3.162  | 11.67 ± 6.172  |

Table 2 shows the mean values of VAS, ROM flexion, ROM lateral flexion, and ROM rotation in the treatment group and control group.

**Hypothesis test**

**Table 3.** Visual Analog Scale Mean Difference Test of Treatment and Control Groups

| Data group      | Before | After  | <i>t</i> | <i>p</i> |
|-----------------|--------|--------|----------|----------|
| Treatment group |        |        |          |          |
| Mean            | 5.753  | 2.200  | 14.904   | 0.000    |
| Std.Deviation   | 0.9531 | 0.7973 |          |          |
| Control group   |        |        |          |          |
| Mean            | 6.333  | 2.567  | 10.723   | 0.000    |
| Std.Deviation   | 1.5444 | 1.0761 |          |          |

The results of the paired sample *t*-test for the treatment group (Table 3) demonstrated a significant reduction in tenderness, with a *p*-value of 0.000 ( $p < 0.05$ ). This indicates that the combination of ultrasound and dry needling effectively reduced tenderness in the upper trapezius muscles of patients with MPS. Similarly, the control group, which received dry needling alone, also showed a significant reduction in tenderness, with a *p*-value of 0.000 ( $p < 0.05$ ).

**Table 4.** Mean Test of Flexion range of motion of Treatment Group

| Data group | Mean  | Std. Deviation | - rank | + rank | Z      | p     |
|------------|-------|----------------|--------|--------|--------|-------|
| Before     | 64.67 | 5.499          | -      | -      | -3.497 | 0.000 |
| After      | 77.00 | 3.684          | 0      | 15     |        |       |

The Wilcoxon test results (Table 4) showed a significant improvement in cervical flexion ROM, with  $p = 0.000$  ( $p < 0.05$ ). Rank analysis indicated a  $\pm$  rank of 15, meaning that 15 participants experienced an increase in ROM following ultrasound and dry needling therapy.

**Table 5.** Mean Test of Flexion range of motion of Control Group

| Data group     | Before | After | t      | p     |
|----------------|--------|-------|--------|-------|
| Mean           | 55.67  | 72.67 | -8.500 | 0.000 |
| Std. Deviation | 8.837  | 4.952 |        |       |

The results of the Paired Sample *t*-test in the control group showed  $p = 0.000$  ( $p < 0.05$ ), indicating that the dry needling intervention produced a significant increase in cervical flexion ROM in upper trapezius myofascial pain syndrome. The rank analysis revealed a + rank of 15, meaning that 15 participants experienced an increase in cervical flexion ROM after receiving dry needling (Table 5).

**Table 6.** Mean Test of Lateral Flexion range of motion of Treatment and Control Groups

| Data Group      | Mean  | Std. deviation | – rank | + rank | Z      | p     |
|-----------------|-------|----------------|--------|--------|--------|-------|
| Treatment Group |       |                |        |        |        |       |
| Before          | 33.67 | 4.806          | –      | –      | –3.453 | 0.001 |
| After           | 43.00 | 2.535          | 0      | 15     |        |       |
| Control group   |       |                |        |        |        |       |
| Before          | 34.67 | 5.164          | –      | –      | –3.493 | 0.000 |
| After           | 42.67 | 2.582          |        |        |        |       |

The Wilcoxon test results indicated significant increases in cervical lateral flexion ROM for both the ultrasound and dry needling interventions in upper trapezius myofascial pain syndrome, with  $p = 0.000$  ( $p < 0.05$ ) and a + rank of 15 for both groups, indicating positive outcomes (Table 6).

**Table 7.** Mean Test of Rotation range of motion of Treatment and Control Groups

| Data Group      | Mean  | Std. Deviation | – rank | + rank | Z      | P     |
|-----------------|-------|----------------|--------|--------|--------|-------|
| Treatment group |       |                |        |        |        |       |
| Before          | 60.67 | 7.761          | –      | –      | –3.427 | 0.001 |
| After           | 74.00 | 2.803          | 0      | 15     |        |       |
| Control group   |       |                |        |        |        |       |
| Before          | 61.33 | 6.673          | –      | –      | –3.441 | 0.001 |
| After           | 73.00 | 3.162          | 0      | 15     |        |       |

The Wilcoxon test results indicate a significant increase in cervical rotational ROM in upper trapezius myofascial pain syndrome after ultrasound and dry needling interventions, with a *p*-value of 0.000 ( $p < 0.05$ ). Specifically, 15 samples showed improved cervical rotation ROM after these treatments. Similarly, the control group demonstrated a significant increase in cervical rotational ROM from dry needling alone, also with a rank analysis of 15 samples showing improvement (Table 7).

**Table 8.** Differential Test of Mean Difference in Visual Analog Scale between Treatment and Control Groups

|                | Treatment group | Control group | t      | p     |
|----------------|-----------------|---------------|--------|-------|
| Mean           | 3.553           | 3.767         | -0.502 | 0.619 |
| Std. Deviation | 0.9234          | 1.3605        |        |       |

The results of the Independent Sample *t*-test are  $p = 0.619$  ( $p > 0.05$ ), which means that there is no significant difference in the mean difference between the treatment and control groups. Then, judging from the mean difference, it shows that the value of 3.767 (control group) > the value of 3.553 (treatment group). This indicates that dry

needling alone can produce a greater decrease in tenderness than ultrasound and dry needling in patients with upper trapezius MPS (Table 8).

**Table 9.** Mean Difference Test of Flexion range of motion Difference between Treatment and Control Groups

|                | Treatment group | Control group | U      | p     |
|----------------|-----------------|---------------|--------|-------|
| Mean           | 12.33           | 17.00         | 71.500 | 0.074 |
| Std. Deviation | 4.577           | 7.746         |        |       |

The results of the Mann-Whitney test are  $p = 0.074$  ( $p$  range of motion  $> 0.05$ ) which means that there is no significant difference in the mean difference between the treatment and control groups. Then, judging from the mean difference, it shows that the value of 17.00 (control group)  $>$  the value of 12.33 (treatment group). This indicates that dry needling alone can produce greater cervical flexion ROM improvement than ultrasound and dry needling in patients with upper trapezius MPS (Table 9).

**Table 10.** Mean Difference Test of Lateral Flexion range of motion Difference between Treatment and Control Groups

|                | Treatment group | Control group | U      | p     |
|----------------|-----------------|---------------|--------|-------|
| Mean           | 9.33            | 8.00          | 90.000 | 0.311 |
| Std. Deviation | 4.169           | 4.140         |        |       |

The results of the Mann-Whitney test are  $p = 0.311$  ( $p > 0.05$ ) which means that there is no significant difference in the mean difference between the treatment and control groups. Then, the mean difference showed that the value of 9.33 (treatment group)  $>$  8.00 (control group). This indicates that the administration of ultrasound and dry needling can produce greater cervical lateral flexion ROM improvement than dry needling alone in patients with upper trapezius MPS (Table 10).

**Table 11.** Mean Difference Test of Rotational ROM Difference between Treatment and Control Groups

|                | Treatment group | Control group | U      | p     |
|----------------|-----------------|---------------|--------|-------|
| Mean           | 13.33           | 11.67         | 96.500 | 0.494 |
| Std. Deviation | 6.726           | 6.172         |        |       |

The results of the Mann-Whitney test are  $p = 0.494$  ( $p > 0.05$ ) which means that there is no significant difference in the mean difference between the treatment and control groups. Then, the mean difference showed that the value of 13.33 (treatment group)  $>$  11.67 (control group). This indicates that the administration of ultrasound and dry needling can produce greater improvement in cervical rotational ROM than dry needling alone in patients with upper trapezius MPS (Table 11).

RESULTS AND DISCUSSION

*The effect of dry needling and ultrasound on reducing tenderness and increasing cervical ROM in upper trapezius myofascial pain syndrome*

Based on hypothesis testing with the Paired sample t-test and Wilcoxon test, ultrasound and dry needling significantly reduce tenderness and increase cervical ROM in upper trapezius MPS. The study found that higher muscle tension correlates with more frequent LTR ( $> 5$  times), while lower tension levels result in fewer local twitch responses (LTRs) (2–3 times). Samples showing reduced muscle tension after multiple dry needling sessions also exhibited fewer LTR. Dry needling techniques included pistoning and palpation (pincer and pull) on the upper trapezius, using a 0.25 x 40 mm needle in the superficial area to minimize tissue trauma and enhance patient comfort.

Research by Livandy V. and Setiadi T.H. indicates that maintaining a prolonged downward position can lead to muscle tension in the upper trapezius, triggering the development of MTrPs and resulting in neck pain. This condition can progressively limit cervical motion, thereby impairing neck functionality [9]. Additionally, a study by Yildirim M.A. et al. (2018) found that 25 students reported neck pain, particularly in the upper trapezius, due to the presence of MTrPs in the muscle. This caused limitations in cervical ROM, leading to soreness and restricted movement when looking down, looking up, or tilting the head left or right [10].

Research by Mejuto-Vázquez M.J. et al. showed that dry needling significantly increases cervical ROM in all directions, both 10 minutes and 1 week after the intervention. This improvement is due to the inactivation of TrP in the upper trapezius muscle, which reduces muscle tension. Patients with the highest initial VAS scores experienced the greatest reduction in pain and increase in ROM. The combination of ultrasound and dry needling also improved sleep quality by enhancing comfort during sleep. The thermal effect of ultrasound increases blood flow and metabolism, relaxing tight muscles [11].

The administration of ultrasound to the cervical will increase cervical ROM. This has been investigated with mixed results. Improvements in cervical ROM can be seen with all ultrasound models, but the degree of improvement and the constraints of the results vary. The use of high-intensity ultrasound has been shown to result in the fastest significant improvement in cervical ROM increase. Continuous ultrasound has also shown good improvement in cervical ROM although it often takes a frequency of 5 days a week for several weeks to see significant changes [12].

Dry needling intervention improves cervical ROM by reducing TrPs that cause muscle spasm and stiffness. Stimulating these points decreases muscle tension, increasing ROM. Puncturing trigger points induces LTR, an involuntary contraction linked to muscle electrical improvements, as evidenced by EMG changes in Santoso I. et al. This also boosts local blood supply, visible as redness, due to the inflammatory effect [8].

Research by Khandare S. et al. indicates that UT aids the healing of inflammation caused by dry needling. The thermal effect of ultrasound increases tissue temperature, causing vasodilation, which accelerates the removal of

metabolic waste and boosts oxygen and nutrient supply, reducing inflammation. Ultrasound-generated heat also alleviates muscle stiffness and spasm, reducing pain and enhancing cervical ROM. Additionally, ultrasound promotes fibroblast activity, speeding up tissue repair. Thus, combining ultrasound and dry needling accelerates cervical ROM improvement through their combined healing effects [13].

### ***The effect of dry needling on reducing tenderness and increasing cervical ROM in upper trapezius myofascial pain syndrome conditions***

Hypothesis testing using the Paired sample *t*-test and Wilcoxon test indicates that dry needling significantly reduces tenderness and increases cervical ROM in upper trapezius myofascial pain syndrome. Higher muscle tension levels corresponded to more LTRs, typically exceeding five, while lower tension resulted in fewer LTRs, around two to three.

Researchers also found that when muscle tension decreased, the pain felt during dry needling puncture would be more pronounced. Based on the researcher's observation, this happens because when muscle tension decreases, the LTR will decrease. As explained that LTR is a spinal cord reflex. This reflex occurs due to a diversion from the central nervous system which is the result of nociceptive stimulation that occurs due to harmful stimuli (chemical concentrations) with a high threshold. However, based on the information provided by the sample, the dry needling intervention alone experienced a longer post-puncture pain effect compared to the treatment group.

As explained in the treatment group, the dry needling intervention will inactivate the TrPs contained in the upper trapezius muscle through needle puncture which will provide a decrease in muscle tension through the local twitch response that occurs. Changes in ROM that occur can also be attributed to mechanical effects caused by dry needling such as disruption of contraction nodes, local stretching, and reduction of overlap between actin and myosin filaments.

Patients showing the greatest decrease in tenderness and increase in ROM initially had high VAS scores and limited ROM. The dry needling intervention significantly improved pain and ROM. After several interventions, LTRs decreased. The patient also limited strenuous activities, enhancing the dry needling effect. Sleep quality improved post-intervention, although soreness sometimes lasted over 24 hours; however, pain significantly reduced afterward.

### ***The effect of adding ultrasound to dry needling intervention on reducing tenderness and improving cervical ROM in upper trapezius myofascial pain syndrome***

Based on hypothesis testing using independent sample *t*-test and Mann-Whitney test, the value of  $p = 0.619$  for pain,  $p = 0.074$  for cervical flexion,  $p = 0.311$  for cervical lateral flexion, and  $p = 0.494$  for cervical rotation, which means there is no significant difference in the addition of ultrasound to Dry Needling intervention on decreasing tenderness and increasing cervical ROM. However, the mean difference showed a difference, namely the mean difference of control VAS was greater than the treatment, the mean difference of control cervical flexion ROM was greater than the treatment, the mean difference of cervical lateral flexion ROM treatment was greater than the control,

the mean difference of cervical rotation ROM treatment was greater than the control.

Several factors explain why dry needling (the control group) results in a greater decrease in VAS compared to the combination of ultrasound and dry needling (the treatment group). Dry needling directly targets trigger points, reducing muscle tension and pain, while also stimulating the release of endorphins and neurotransmitters. In contrast, while ultrasound improves blood flow and tissue healing, its thermal effects may not directly address the primary pain source. Some studies suggest that dry needling is more effective in reducing pain in the short term, while ultrasound provides broader long-term healing effects.

The study found that cervical flexion ROM increased more in the control group than in the treatment group. While dry needling effectively deactivates trigger points, reducing muscle tension and enhancing cervical flexion ROM, the ultrasound intervention may mitigate some mild inflammation caused by dry needling. Although mild inflammation can support healing and increase ROM, the ultrasound's anti-inflammatory effects can limit the short-term benefits of dry needling. Conversely, the treatment group showed greater improvements in lateral flexion and cervical rotation ROM. The combination of dry needling and ultrasound is particularly beneficial for university students, who often experience muscle tension from prolonged static positions during lectures. This approach directly addresses trigger points formed from repetitive movements, improving overall muscle function.

## **CONCLUSION**

### ***Conclusions and Recommendations***

Based on this study's findings, it can be concluded that ultrasound and dry needling significantly reduce tenderness and increase cervical ROM in upper trapezius myofascial pain syndrome ( $p = 0.000$ ). Dry needling alone also shows significant benefits in tenderness and cervical ROM. Combining both treatments results in improved lateral flexion and cervical rotation compared to dry needling alone, although it does not lead to greater pain reduction or improvement in cervical flexion ROM. Physiotherapists are advised to use dry needling for treating trigger points, and students should stretch regularly to prevent myofascial pain syndrome. Further longitudinal studies are recommended for more accurate observations.

### **Recent findings**

In this study, it was found that some samples with a greater level of muscle tension would produce a greater number of LTR, namely  $> 5$  times. While in samples with lower levels of muscle tension will produce a smaller number of LTR, namely only 2–3 times when punctured. Likewise, samples that experience a decrease in muscle tension after being given several times dry needling will produce a smaller number of LTRs.

Researchers also found that when muscle tension decreases, the pain felt during dry needling puncture will be more pronounced. Based on the researcher's observation, this happens because when muscle tension decreases, LTR will decrease. As explained that LTR is a spinal cord reflex. This reflex occurs due to a diversion from the central nervous system which is the result of nociceptive stimulation

that occurs due to harmful stimuli (chemical concentrations) with a high threshold. However, based on the information provided by the sample, the dry needling intervention alone experienced a longer post-puncture pain effect compared to the treatment group.

Patients who experienced the greatest decrease in tenderness and increase in ROM initially had high VAS scores and limited ROM. The dry needling intervention showed a decrease in LTR, indicating tissue repair in the upper trapezius muscle. Ultrasound also effectively reduced pain and enhanced ROM, as well as improved the patient's sleep

quality. The patient limited strenuous activities to optimize the results of both interventions.

Research Limitations

Differences in age and activity between the treatment and control groups may be a factor affecting the variation in research results. Age and activity will certainly affect the body's response to the intervention provided and will have an impact on the results of VAS and ROM measurements. In addition, the use of pain medication in patients will potentially produce bias in the study.

ADDITIONAL INFORMATION

**Rahmat Nugraha**, Bachelor of Physiotherapy, Magister of Sports Physiology Concentration in Physiotherapy, Lecture, Health Polytechnic Ministry of Health Makassar.

E-mail: rahmatnugraha@poltekkes-mks.ac.id;

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-9342-8785>

**Rahmatika**, Student, Health Polytechnic Ministry of Health Makassar.

**Sudaryanto**, Bachelor of Physiotherapy, Magister of Sports Physiology Concentration in Physiotherapy, Lecture, Health Polytechnic Ministry of Health Makassar.

**Hasbiah**, Applied Bachelor's Physiotherapy, Master of Health Sciences, Lecture, Health Polytechnic Ministry of Health Makassar.

**Tiar Erawan**, Doctor, Bachelor's Physiotherapy, Master of Health Sciences, Lecture, Health Polytechnic Ministry of Health Makassar.

**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: Nugraha R. — conceptualization, writing and editing; Rahmatika — writing — original draft; Sudaryanto — data analysis; Hasbiah — supervision; Erawan T. — supervision.

**Funding.** This clinical study did not receive any external funding.

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

**Ethical 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 Health Polytechnic Ministry of Health Makassar, Protocol No. 0287/M/KEPK-PTKMS/III/2024 dated 22.03.2024.

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

References

1. Wang J., Zhang Y., Cui X., Shen L. Ultrasound-guided pulsed radiofrequency versus dry needling for pain management in chronic neck and shoulder myofascial pain syndrome patients at a tertiary hospital in China: A randomised controlled trial protocol. *BMJ Open*. 2023; 13(5): e071422. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-071422>
2. Gyer G., Michael J., Tolson B. Dry Needling for Manual Therapists: Points, Techniques and Treatments, Including Electroacupuncture and Advanced Tendon Techniques. Singing Dragon: London. 1st ed. 2016; 320 p.
3. Rahmanto S., Utami K.P., Sri Utami E.Y. Pengaruh Post Isometric Relaxation pada Kasus Myofascial Pain Syndrome Upper Trapezius terhadap Penurunan Nyeri di Ar – Rohmah Islamic Boarding School Malang. *Jurnal Fisioterapi Dan Rehabilitasi*. 2020; 4(1): 1–8. <https://doi.org/10.33660/jfrwhs.v4i1.78>
4. Afifa N.A.L., Yuliadarwati N.M. The Effect Of Combination Of Progressive Muscle Relaxation And Mckenzie Neck Exercise On Intensity Pain Cases Of Myofascial Pain Syndrome Upper Trapezius Muscle On Students. *Jurnal Keperawatan Dan Fisioterapi (JKF)*. 2022; 5(1): 53–60. <https://doi.org/10.35451/jkf.v5i1.1217>
5. Stella, Sekeon S.A.S., Tumboimbela M.J. Diagnosis And Treatment Of Myofascial Pain Syndrome Diagnosis Dan Tatalaksana Sindrom Nyeri Myofasial. *In Jurnal Sinaps*. 2021; 4(1): 1–12.
6. Takamjani I.E., Ezzati K., Khani S., et al. Review Study: The Effects of Ultrasound-guided Dry Needling on Patients With Myofascial Pain Syndrome. *Iranian Rehabilitation Journal*. 2020; 18(4): 369–376. <http://dx.doi.org/10.32598/irj.18.4.133.3>
7. Xia P., Wang X., Lin Q., et al. Effectiveness of ultrasound therapy for myofascial pain syndrome: A systematic review and meta-analysis. *In Journal of Pain Research*. 2017; 2017(10): 545–555. <https://doi.org/10.2147/JPR.S131482>
8. Santoso I., Satriyasa B.K., Munawaroh M., et al. Kombinasi ultrasound dan dry needling lebih menurunkan disabilitas leher daripada kombinasi ultrasound dan hold relax pada myofascial pain syndrome otot upper trapezius. *Sport and Fitness Journal*. 2018; 6(2): 11–22.
9. Livandy V., Setiadi T.H. Prevalensi gangguan muskuloskeletal pada pekerja konfeksi bagian penjahitan di Kecamatan Pademangan Jakarta Utara periode Januari 2016. *Tarumanagara Medical Journal*. 2018; 1(1): 183–191. <https://doi.org/10.24912/tmj.v1i1.2543>
10. Yildirim M.A., Öneş K., Göksenöğlu G. Effectiveness of ultrasound therapy on myofascial pain syndrome of the upper trapezius: Randomized, single-blind, placebo-controlled study. *Arch. Rheumatol*. 2018; 33(4): 418–423. <https://doi.org/10.5606/ArchRheumatol.2018.6538>
11. Mejuto-Vázquez M.J., Salom-Moreno J., Ortega-Santiago R., et al. Short- Term changes in neck pain, widespread pressure pain sensitivity, and cervical range of motion after the application of trigger point dry needling in patients with acute mechanical neck pain: A randomized clinical trial. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 2014; 44(4): 252–260. <https://doi.org/10.2519/jospt.2014.5108>
12. Simons D.G., Travell J.G. Myofascial Pain and Dysfunction The Trigger Point Manual by Janet G. Travell David Simons. 3rd ed. 1999; 2169 p.
13. Khandare S., Smallcomb M., Klein B., et al. Comparison between dry needling and focused ultrasound on the mechanical properties of the rat Achilles tendon: A pilot study. *Journal of biomechanics*. 2021; 120: 110384. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2021.110384>

## Апробация методики «Шкала оценки когнитивного статуса пациентов после перенесенного инсульта с учетом нарушений речи»

 Котельникова А.В.<sup>1,\*</sup>,  Погонченкова И.В.<sup>1</sup>,  Титова А.В.<sup>1</sup>,  Костенко Е.В.<sup>1,2</sup>,  
 Петрова Л.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины им. С.И. Спасокукоцкого Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия

<sup>2</sup> ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия

### РЕЗЮМЕ

**ВВЕДЕНИЕ.** В настоящее время актуальной проблемой реабилитации является разработка скринингового инструмента диагностики когнитивного статуса с учетом нарушений речи у пациентов, перенесших инсульт.

**ЦЕЛЬ.** Разработка и валидизация методики скрининговой диагностики когнитивного статуса пациентов после перенесенного ишемического инсульта с учетом нарушений речи.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** Репрезентативность выборки апробации методики «Шкала оценки когнитивного статуса пациентов после перенесенного инсульта с учетом нарушений речи» (ШКСПИР) обеспечена ретроспективным клинико-статистическим анализом 7814 историй болезни пациентов, 1916 из которых составили пациенты с речевыми нарушениями, после ишемического инсульта в периоде до 1 года: средний возраст —  $66,5 \pm 11,3$  лет, 843 (44,0 %) женщины, 1073 (56,0 %) мужчины. Психометрические характеристики изучены на выборке из 147 пациентов (возраст —  $63,0 \pm 8,0$  лет, 26 (57,8 %) женщин, 19 (42,2 %) мужчин), среди которых 40 человек (27,2 %) — пациенты с речевыми нарушениями. Прогностическая ценность, практическая значимость и конкурентная валидность методики изучалась путем сопоставления полученных результатов с данными методики с известными психометрическими характеристиками («Краткое нейропсихологическое обследование когнитивной сферы»).

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.** Доказаны удовлетворительные психометрические характеристики методики: содержательная и конструктивная валидность, синхронная надежность, дискриминативность. Обсуждена неортогональность трехфакторной структуры, объясняющей 55 % дисперсии исходной матрицы данных. Исследована практическая значимость и показана высокая конкурентная валидность апробируемой методики. Стандартизация показателей произведена в соответствии с количественным определителем по Международной классификации функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** В процессе апробации методики ШКСПИР разработаны и стандартизированы тестовые нормативы. Методика может быть использована для скрининговой оценки когнитивного статуса пациентов, перенесших инсульт, с учетом нарушений речи, при составлении индивидуальных реабилитационных программ.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** инсульт, афазия, дизартрия, когнитивные функции, память, внимание, речь, социальный интеллект, праксис, гнозис

**Для цитирования / For citation:** Котельникова А.В., Погонченкова И.В., Титова А.В., Костенко Е.В., Петрова Л.В. Апробация методики «Шкала оценки когнитивного статуса пациентов после перенесенного инсульта с учетом нарушений речи». Вестник восстановительной медицины. 2024; 23(6):26-37. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-6-26-37> [Kotelnikova A.V., Pogonchenkova I.V., Titova A.V., Kostenko E.V., Petrova L.V. Approbation of the Methodology "Scale for Cognitive Status Assessment of the After-Stroke Patients with Speech Disorders". Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(6):26-37. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-6-26-37> (In Russ.).]

\* **Для корреспонденции:** Котельникова Анастасия Владимировна, E-mail: [pav-kotelnikov@yandex.ru](mailto:pav-kotelnikov@yandex.ru), [nauka-org@mail.ru](mailto:nauka-org@mail.ru)

Статья получена: 19.07.2024  
Статья принята к печати: 04.10.2024  
Статья опубликована: 16.12.2024

# Approbation of the Methodology "Scale for Cognitive Status Assessment of the After-Stroke Patients with Speech Disorders"

 **Anastasia V. Kotelnikova**<sup>1,\*</sup>,  **Irena V. Pogonchenkova**<sup>1</sup>,  **Anna V. Titova**<sup>1</sup>,  
 **Elena V. Kostenko**<sup>1,2</sup>,  **Liudmila V. Petrova**<sup>1</sup>

<sup>1</sup> S.I. Spasokukotsky Moscow Centre for research and practice in medical rehabilitation, restorative and sports medicine of Moscow Healthcare Department, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** The development of a screening tool for diagnosing cognitive status in stroke patients with speech disorders is an urgent problem of rehabilitation.

**AIM.** To develop and validate a screening diagnostic technique for the cognitive status of patients after ischemic stroke with speech disorders.

**MATERIALS AND METHODS.** The methodology "Scale for cognitive status assessment of the after-stroke patients with speech disorders" (ShKSPIR) was evaluated by a retrospective clinical and statistical analysis of 7814 patient medical histories, 1916 of which were patients with speech disorders due to ischemic stroke in the period up to 1 year: average age  $66.5 \pm 11.3$  years, 843 (44.0 %) women, 1073 (56.0 %) men. Psychometric characteristics were studied in 147 patients (age —  $63.0 \pm 8.0$  years, 26 (57.8 %) women, 19 (42.2 %) men), 40 patients of them (27.2 %) had speech disorders. The prognostic assessment, practical significance and competitive validity of the methodology were studied by comparing the results obtained with the data of the methodology with known psychometric characteristics ("Brief neuropsychological examination of the cognitive sphere").

**RESULTS.** Satisfactory psychometric characteristics of the technique have been proven: substantive and constructive validity, synchronous reliability, discriminativeness. The non-orthogonality of the three-factor structure explaining 55 % of the variance of the original data matrix is discussed. The practical significance is investigated and the high competitive validity of the tested methodology is shown. The standardization of indicators was carried out in accordance with the quantitative determinant of the ICF.

**CONCLUSION.** In the process of testing the ShKSPIR methodology, test standards have been developed and standardized. The technique can be used for screening assessment of the cognitive status of stroke patients with speech disorders, while planning individual rehabilitation programs.

**KEYWORDS:** stroke, aphasia, dysarthria, cognitive functions, memory, attention, speech, social intellect, praxis, gnosis

**For citation:** Kotelnikova A.V., Pogonchenkova I.V., Titova A.V., Kostenko E.V., Petrova L.V. Approbation of the Methodology "Scale for Cognitive Status Assessment of the After-Stroke Patients with Speech Disorders". Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(6):26-37. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-6-26-37> (In Russ.).

\* **For correspondence:** Anastasiya V Kotelnikova, E-mail: pav-kotelnikov@yandex.ru, nauka-org@mail.ru

**Received:** 19.07.2024

**Accepted:** 04.10.2024

**Published:** 16.12.2024

## ВВЕДЕНИЕ

Актуальность настоящего исследования обусловлена широкой распространенностью и социальной значимостью проблем, связанных с острым нарушением мозгового кровообращения (ОНМК), которое остается ведущей причиной смертности и инвалидизации трудоспособного населения как в России, так и во всем мире [1]. Последствия ОНМК касаются не только двигательных, но и когнитивных нарушений, влияющих на восстановление функционирования: есть данные, что 83 % выживших имеют нарушения по крайней мере в одной когнитивной области, 50 % — в нескольких [2].

Согласно классификации Diagnostic and statistical manual of mental disorders когнитивные функции включают в себя память, внимание, праксис, гнозис, речь, мышление и социальный интеллект [3]. Распознавание когнитивных нарушений уже в острой фазе инсульта может дать клиницисту важную информацию для ранней когнитивной реабилитации, однако методические разработки в этой области имеют ограничения. Ограничивающим фактором является наличие у пациентов афазии, что наблюдается более чем в 30 % случаев и за-

нимает второе место по значимости и распространенности дефектов после двигательных нарушений [4]. На практике пациенты с речевыми нарушениями нередко исключаются из протоколов исследований восстановления когнитивных и/или физических функций после инсульта, что ограничивает обобщение таких исследований и возможность полноценной двигательной реабилитации пациентов.

В настоящий момент для диагностики состояния когнитивной сферы наиболее точным инструментом является развернутое нейропсихологическое обследование, к недостаткам которого следует отнести существенные временные затраты на выполнение и невозможность полноценной реализации не только профильным специалистом (медицинский психолог, медицинский логопед), но и любым членом мультидисциплинарной реабилитационной команды (МДРК). Из доступных психодиагностических инструментов валидизированные на русскоязычной выборке тесты МоСА и MMSE не учитывают ассоциированные с инсультом нарушения речи, поскольку включают в себя вопросы, требующие сохранности импрессивной речи и воз-

возможности давать воспроизводимые посредством речи ответы [5]. Второй по результативности диагностики может считаться методика «Краткое нейропсихологическое обследование когнитивной сферы» (КНОКС) [6]. Тест валидизирован на русскоязычной популяции, обладает известными психометрическими характеристиками, часть заданий предполагает вариации выполнения с учетом возможных речевых нарушений, временные затраты находятся в пределах 30 минут. К недостаткам данной методики применительно к анализируемой проблеме следует отнести отсутствие специфических интерпретационных нормативов для пациентов с цереброваскулярной патологией и стандартизации показателей, оценивающих вклад каждого из исследуемых когнитивных доменов (память, внимание, исполнительские функции и т. д.) в структуру интегральной оценки.

Существует ряд методик, которые могут быть использованы для диагностики когнитивных расстройств у пациентов с афазиями, например: тест прокладывания пути/построения маршрута (Trail Making Test — TMT) [7], когнитивно-лингвистический экспресс-тест (Cognitive Linguistic Quick Test — CLQT) [8], тест «Рисование часов» (Clock Drawing Test — CDT) [9], шкала оценки когнитивных функций у пациентов с инсультом (Cognitive assessment scale for stroke patients — CASP) [10] и др. Однако данные методики не проходили процедуру психометрической апробации на отечественной популяции, русскоязычные версии представлены на иноязычных сайтах.

Таким образом, анализ методических возможностей нейропсихологической диагностики когнитивных функций у пациентов с нарушениями речи после ОНМК показал, что к настоящему моменту существует потребность в разработке скринингового инструмента диагностики когнитивного статуса с учетом нарушений речи у пациентов, перенесших инсульт, обладающего доказанными психометрическими характеристиками, стандартизированного и предоставляющего возможность использования любым членом МДРК.

## ЦЕЛЬ

Разработка и валидизация методики скрининговой диагностики когнитивного статуса пациентов после ишемического инсульта (ИИ) с учетом нарушений речи (ШКСПИР).

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работа проводилась в рамках научно-исследовательской работы по государственному заданию № 123041200084-9 на 2023–2025 гг. и была организована в соответствии с надлежащей клинической практикой<sup>1</sup>. Исследование одобрено локальным этическим комитетом при ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины им. С.И. Спасокукоцкого Департамента здравоохранения города Москвы» (далее — Центр) (протокол № 3 от 15.05.2023).

Исследование производилось в несколько этапов.

## Этапы исследования

### Первый этап

На первом этапе был разработан стимульный материал и проведена оценка содержательной валидности тестовых заданий разработанной методики ШКСПИР. В качестве экспертов выступали 5 специалистов филиала центра: научные сотрудники отдела медицинской реабилитации, доктора и кандидаты медицинских наук, медицинские психологи и медицинские логопеды, а также врачи физической и реабилитационной медицины филиала, которые оценили представленность каждого из когнитивных доменов (память, внимание, праксис, гнозис, речь, мышление, социальный интеллект) в тестовых заданиях методики, что позволило составить средневзвешенный рейтинг, использованный для психометрического анализа. Варианты тестовых заданий с предъявляемым стимульным материалом для пациентов представлен на рисунке 1.

### Второй этап

Задачей второго этапа было решение вопроса об обеспечении репрезентативности выборки апробации, состоящей из пациентов, перенесших ИИ, в отношении наличия/отсутствия речевых нарушений, а также их вида. Использовался ретроспективный анализ статистических данных работы центра за период с 01.01.2023 по 31.12.2023. Изучены материалы истории болезни 7814 пациентов с инсультом, из них 1916 пациентов имели речевые нарушения после ИИ. Средний возраст пациентов —  $66,5 \pm 11,3$  лет, женщин —  $66,8 \pm 10,9$  лет ( $n = 843$ , 44,0 %), мужчин —  $67,6 \pm 11,8$  лет ( $n = 1073$ , 56,0 %).

### Третий этап

На третьем этапе были изучены психометрические характеристики разработанной методики ШКСПИР (конструктивная валидность, синхронная надежность, дискриминативная способность тестовых заданий) на репрезентативной выборке пациентов, перенесших ИИ.

## Критерии включения

Критериями включения в исследование были: подтвержденный данными нейровизуализационного исследования КТ/МРТ головного мозга первичный ИИ в остром, раннем и позднем (до 1 года) восстановительном периоде, возраст от 42 до 80 лет, доступность продуктивному контакту, наличие добровольного информированного согласия на участие в исследовании, соответствие степени выраженности двигательных расстройств 1–4 значениям определителя нарушений структур, функций, активности и участия по Международной классификации функционирования, ограниченный жизнедеятельности и здоровья (МКФ) [11]. В состав выборки для апробации вошли 147 пациентов после перенесенного ИИ, в период до 1 года: 85 (57,8 %) женщин, 62 (42,2 %) мужчины, средний возраст —  $63,0 \pm 8,0$  лет, находившихся на втором этапе медицинской реабилитации. Среди них было 40 человек (27,2 %) с речевыми нарушениями: 22 пациента (55 %) с сенсомоторной афазией легкой степени тяжести и 18 (45 %) — средней степени тяжести; 23 женщины (57,5 %), 17 мужчин (42,5 %), средний возраст —  $61,8 \pm 7,8$  лет.

<sup>1</sup> ГОСТ Р 52379-2005. Национальный стандарт Российской Федерации. Надлежащая клиническая практика (утв. приказом Ростехрегулирования № 232-ст от 27.09.2005)

ФИО \_\_\_\_\_  
№ И/Б \_\_\_\_\_  
Дата исследования \_\_\_\_\_

Шкала оценки когнитивного статуса пациентов после перенесенного инсульта  
с учетом нарушений речи

1. Называние \_\_\_\_\_



«Я буду показывать Вам картинки. Вы должны назвать то, что Вы видите (экспериментатор поочередно показывает изображения и спрашивает: «Что это?»).\* Постарайтесь запомнить то, что Вы видели, — мы к этому еще вернемся».

*\*Если пациент не может словесно назвать, попросить его показать поочередно все предметы по названию, произносящему экспериментатором.*

Ответы (записывает экспериментатор):

Оценка: Правильно названные 6 предметов — 4 балла; 4–5 предметов — 3 балла; 2–3 предмета — 2 балла; 1 предмет — 1 балл.

За правильно показанные предметы начисляется половинная сумма баллов:

6 предметов — 2 балла; 4–5 предметов — 1½ балла; 2–3 предмета — 1 балл; 1 предмет — ½ балла.

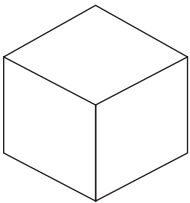
2. Понимание \_\_\_\_\_

Положите ручку, телефон и лист бумаги перед пациентом на стол, расположив их друг под другом в виде вертикальной колонки. Попросите пациента выполнить следующие действия:

- |                                     |                                                     |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| а. Прикоснитесь к ручке             | г. Покажите мне свои колени                         |
| б. Покажите мне свой нос            | д. Положите телефон на лист бумаги, не трогая ручки |
| в. Положите ручку рядом с телефоном | д. Покажите мне свой живот                          |

Оценка: ½ балла — за каждое правильное выполненное задание пунктов а, б, в, г;  
1 балл — за задания в, д.

3. Копия изображения куба \_\_\_\_\_



«Вот нарисован куб (экспериментатор показывает куб). Вы должны нарисовать рядом с ним точно такой же куб».

Оценка: 4 балла — если воспроизведены три стороны и сохранены углы, 3 балла — если воспроизведены три стороны, но нарушены углы, 2 балла — если соблюдены две стороны, 1 балл — только за одну воспроизведенную сторону, 0 баллов — если не воспроизведена ни одна из сторон.

**Рис.1.** Стимульный материал «Шкалы оценки когнитивного статуса пациентов после перенесенного инсульта с учетом нарушений речи»

**Fig.1.** Stimulus material "Scale for cognitive status assessment of the after-stroke patients with speech disorders"

Продолжение рис. 1.

КОТЕЛЬНИКОВА А.В. И ДР. | ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

8. Праксис\* \_\_\_\_\_

\*Пробы выполняются здоровой рукой

- а. «Делайте, как я». Положите руку на стол, сделайте «козу» вторым (указательным) и пятым (мизинцем) пальцами, остальные согните.
- б. «Делайте, как я». Сделайте «колечко» большим и средним пальцами.
- в. «Сделайте жест, посылающий воздушный поцелуй».
- г. «Сделайте жест, чтобы сказать «чшшшшшш» (просьба о тишине).

Оценка: 1 балл за каждое успешное выполненное задание.

9. Ассоциативный выбор \_\_\_\_\_

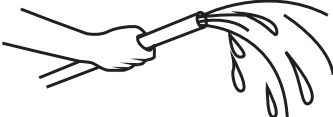
|                                                                                     |                                                                                      |                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |    | а. Экспериментатор делает жест, будто пьет воду из стакана (без стакана), и просит пациента связать этот жест с одним из рисунков в первой колонке. |
|  |  | б. Экспериментатор делает движение, имитирующее игру на скрипке, и просит пациента связать этот жест с одним из трех рисунков во второй колонке.    |
|  |   | Оценка: 2 балла за каждое успешно выполненное задание.                                                                                              |

Рис.1. Стимульный материал «Шкалы оценки когнитивного статуса пациентов после перенесенного инсульта с учетом нарушений речи»

Fig.1. Stimulus material "Scale for cognitive status assessment of the after-stroke patients with speech disorders"

Прогностическая ценность, практическая значимость и конкурентная валидность изучались путем сопоставления частоты встречаемости различных уровней когнитивных нарушений, диагностированных по данным методики КНОКС [6] и валидизируемой методики ШКСПИР. Методика КНОКС предназначена для оценки основных когнитивных функций: память, гнозис, праксис, речь, ориентация, внимание, регуляторные функции. Вывод о состоянии когнитивных функций делался на основании суммарного балла: 28–30 баллов — нет нарушений; 22–27 баллов — легкая степень; 10–21 балл — средняя степень; 0–9 баллов — тяжелая степень.

Математически статистическая обработка осуществлялась с помощью программы Statistica 10.0 и включала в себя анализ частоты встречаемости бинарного признака, корреляционный анализ по Спирмену, эксплораторный факторный анализ с нормализацией по Кайзеру, подсчет значений коэффициента синхронной надежности  $\alpha$ -Кронбаха [12].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На основании теоретико-методологических положений был разработан стимульный материал ШКСПИР. Методика представляет собой тест, состо-

ящий из 10 заданий. Общее время выполнения теста — 10 минут. Задания подобраны и оформлены для использования теста любым членом МДРК. Каждое задание снабжено инструкцией для пациента и для исследователя с указанием способа количественной обработки. Графическое оформление методики дает возможность одновременно врачу, проводящему обследование, зачитывать инструкцию, а пациенту выполнять задание; расположение стимульного материала на листе ориентировано на пациента, текста инструкции — на врача. При подборе иллюстративного материала учитывалось возможное наличие у обследуемых пациентов возраст-ассоциированных нарушений зрения, поэтому имеющиеся в тесте изображения предметов представлены дважды, в стандартном и в укрупненном варианте. Каждое из заданий теста имеет прямую или косвенную возможность альтернативного вербальному способу ответа пациентом с нарушением речи.

Приоритет на установление авторского права зарегистрирован в Федеральной службе по интеллектуальной собственности (регистрационный № 2204109873 от 11.04.2024).

Результаты оценки экспертами содержательной валидности тестовых заданий представлены в таблице 1.

Таблица 1. Содержательная валидность тестовых заданий  
Table 1. Meaningful validity of test tasks

| №  | Тестовое задание /<br>Test task                | Память /<br>Memory | Внимание /<br>Attention | Праксис /<br>Praxis | Гнозис /<br>Gnosis | Речь /<br>Speech | Мышление /<br>Mind | Социальный<br>интеллект /<br>Social<br>intellect |
|----|------------------------------------------------|--------------------|-------------------------|---------------------|--------------------|------------------|--------------------|--------------------------------------------------|
| 1  | Называние / Calling                            |                    |                         |                     | +                  | +                |                    |                                                  |
| 2  | Понимание /<br>Understanding                   |                    |                         |                     | +                  | +                |                    |                                                  |
| 3  | Копия изображения куба /<br>A copy of the cube |                    |                         | +                   |                    |                  |                    |                                                  |
| 4  | Графическая серия /<br>Image graphic series    |                    | +                       | +                   |                    |                  |                    |                                                  |
| 5  | Реакция выбора /<br>The choice behavior        |                    | +                       |                     |                    |                  | +                  |                                                  |
| 6  | Глазомер / Eye estimation                      |                    | +                       | +                   | +                  |                  |                    |                                                  |
| 7  | Вспомнить картинку /<br>To recall a picture    | +                  |                         |                     |                    |                  |                    |                                                  |
| 8  | Праксис / Praxis                               |                    |                         | +                   |                    |                  |                    |                                                  |
| 9  | Ассоциативный выбор /<br>Associative choice    |                    |                         |                     |                    |                  | +                  | +                                                |
| 10 | Календарь / Calendar                           | +                  |                         |                     |                    |                  |                    |                                                  |

Представительство доменов, используемых для скрининговой оценки когнитивных функций после ИИ, в тестовых заданиях апробируемой методики ШКСПИР носит неортогональный характер, что соответствует современным научным представлениям о динамической локализации высших психических функций в структурах головного мозга [13, 14]. Память исследуется с помощью заданий «вспомнить картинку» и «календарь»; внимание — с помощью «графической серии», «реакции выбора» и задания «глазомер»; праксис — посредством заданий «копия изображения куба», «графическая серия», «глазомер», «праксис»; гнозис — «понимание», «называние» и «глазомер»; речь — «называние», «понимание»; мышление — «ассоциативный выбор», «реакция выбора»; социальный интеллект — «праксис» и «ассоциативный выбор».

В процессе решения задачи по обеспечению репрезентативности выборки апробации в отношении наличия/отсутствия, а также вида речевых нарушений у пациентов, перенесших инсульт, было обнаружено, что в целом речевые нарушения имеются в 27,3 % случаях (2133 из 7814 пациентов, у которых по результатам осмотра медицинским логопедом было констатировано наличие нарушений речи), что соответствует имеющимся литературным данным [4]. При этом речевые нарушения у лиц, перенесших ИИ ( $n = 1916$ ), представлены в 70 % случаев дизартрией, преимущественно легкой ее степенью (около 50 % случаев от всех дизартрий), афазия (моторная, сенсорная, смешанная) составляет 30 % случаев. Результаты представлены в таблице 2.

**Таблица 2.** Частота встречаемости речевых нарушений среди пациентов, перенесших ишемический инсульт ( $n = 1916$ )

**Table 2.** The frequency of speech disorders in patients with ischemic stroke ( $n = 1916$ )

| Вид речевых нарушений /<br>Type of speech disorders | Степень нарушения /<br>Degree of violation |                              |                            |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------|----------------------------|
|                                                     | легкая /<br>mild<br>n/%                    | средняя /<br>moderate<br>n/% | тяжелая /<br>severe<br>n/% |
| Афазия /<br>Aphasia<br>( $n = 572$ )                | 129<br>(6,7 %)                             | 195<br>(10,1 %)              | 248<br>(12,9 %)            |
| Дизартрия /<br>Dysarthria<br>( $n = 1344$ )         | 949<br>(49,5 %)                            | 344<br>(18,0 %)              | 51<br>(2,8 %)              |

Исследование психометрических характеристик апробируемой методики ШКСПИР производилось на выборке из 147 пациентов, перенесших ИИ, следующим образом: факторным анализом изучена конструктивная валидность, рассчитан коэффициент синхронной надежности  $\alpha$ -Кронбаха ( $\alpha = 0,71$ , то есть внутренняя согласованность тестовых заданий может быть оценена как высокая), корреляционным анализом взаимосвязи балльной оценки каждого из десяти

тестовых заданий с общим баллом теста выполнено исследование дискриминативной способности тестовых заданий [15]. Далее были определены прогностическая ценность, практическая значимость и конкурентная валидность.

С помощью эксплораторного факторного анализа (метод главных компонент, вращение (Varimax normalized)) была построена трехфакторная модель, объяснявшая 55,0 % дисперсии исходной матрицы данных. Оптимальность трехфакторного решения обоснована использованием критериев Кайзера и «каменистой осыпи» Кеттелла. Результаты факторизации представлены в таблице 3.

Результаты (табл. 3) свидетельствуют о неортогональности выделенной факторной структуры апробируемой методики. Содержательное наполнение первого из трех выделенных факторов составили результаты заданий «копия изображения куба» (факторная нагрузка — 0,69), «графическая серия» (0,60), «глазомер» (0,74), «праксис» (0,66), предназначенных для оценки состояния праксиса, гнозиса, внимания. Фактор объяснил 20 % общей дисперсии.

Во второй из выделенных факторов вошли тестовые задания для оценки гнозиса, мышления, речи, внимания: «называние» (факторная нагрузка — 0,82), «речь» (0,85), «реакция выбора» (0,49). Фактор объяснил 18 % общей дисперсии данных.

В состав третьего из выделенных факторов вошли задания, результаты выполнения которых отражают состояние памяти, социального интеллекта, мышления, внимания: «вспомнить картинку» (факторная нагрузка — 0,80), «календарь» (0,73), «реакция выбора» (0,50), «ассоциативный выбор» (0,32). Фактор объяснил 17 % общей дисперсии данных.

Неортогональность факторной структуры апробируемой методики ШКСПИР может быть объяснена в рамках теории динамической локализации высших психических функций, разработанной Л.С. Выготским и А.Р. Лурией, согласно которой каждая психическая функция представляет собой сложную функциональную систему и обеспечивается мозгом как единым целым, при этом различные мозговые структуры вносят свой вклад в реализацию этой функции [16]. Так, например, тестовое задание «реакция выбора» с приблизительно одинаковой нагрузкой вошло в факторы «гнозис, мышление, речь, внимание» и «память, социальный интеллект, мышление, внимание»; тестовое задание «ассоциативный выбор» — в факторы «праксис, гнозис, внимание» и «память, социальный интеллект, мышление, внимание». Полученный результат позволяет пояснить содержательное наполнение заданий: для успешного выполнения задания «реакция выбора» необходима актуализация не только мышления и внимания, но и мнестических механизмов; задание «ассоциативный выбор» включает в себя тестирование навыков социальной перцепции и мышления, а также конструктивно-пространственного праксиса.

Следует также отметить, что результаты оценки внимания вошли в структуру всех выделенных факторов. Данный факт имеет теоретическую значимость, поскольку вносит вклад в дискуссию о целесообразности категоризации внимания в качестве отдельной

**Таблица 3.** Факторная структура методики «Шкала оценки когнитивного статуса пациентов после перенесенного инсульта с учетом нарушений речи» ( $n = 147$ )  
**Table 3.** Factor structure of the methodology "Scale for cognitive status assessment of the after-stroke patients with speech disorders" ( $n = 147$ )

| №                                                        | Тестовое задание /<br>Test task                | Практисис, гнозис,<br>внимание / Praxis,<br>gnosis, attention | Гнозис, мышление,<br>речь, внимание /<br>Gnosis, thinking, speech,<br>attention | Память, социальный<br>интеллект, мышление,<br>внимание / Memory, social<br>intellect, thinking, attention |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                        | Называние / Calling                            | 0,05                                                          | 0,82*                                                                           | 0,15                                                                                                      |
| 2                                                        | Понимание / Understanding                      | 0,10                                                          | 0,85*                                                                           | −0,04                                                                                                     |
| 3                                                        | Копия изображения куба /<br>A copy of the cube | 0,69*                                                         | 0,10                                                                            | 0,19                                                                                                      |
| 4                                                        | Графическая серия /<br>Image graphic series    | 0,60*                                                         | 0,18                                                                            | 0,37                                                                                                      |
| 5                                                        | Реакция выбора /<br>The choice behavior        | 0,09                                                          | 0,49*                                                                           | 0,50*                                                                                                     |
| 6                                                        | Глазомер /<br>Eye estimation                   | 0,74*                                                         | −0,12                                                                           | −0,02                                                                                                     |
| 7                                                        | Вспомнить картинку /<br>To recall a picture    | −0,03                                                         | 0,07                                                                            | 0,80*                                                                                                     |
| 8                                                        | Практисис / Praxis                             | 0,66*                                                         | 0,22                                                                            | 0,02                                                                                                      |
| 9                                                        | Ассоциативный выбор /<br>Associative choice    | 0,31*                                                         | −0,03                                                                           | 0,32*                                                                                                     |
| 10                                                       | Календарь / Calendar                           | 0,27                                                          | 0,07                                                                            | 0,73*                                                                                                     |
| % объясненной дисперсии / %<br>of the explained variance |                                                | 0,20                                                          | 0,18                                                                            | 0,17                                                                                                      |

**Примечание:** \* — факторные нагрузки, значимые для формирования фактора.  
**Note:** \* — indicates factor loads that are significant for factor formation.

высшей психической функции и является эмпирическим подтверждением того, что внимание, являясь онтогенетически более ранним образованием, взаимосвязано с функционированием энергетического блока мозга и на дальнейших этапах онтогенетического развития служит основой для функционирования социальных высших психических функций [17].

Результаты исследования дискриминативной способности тестовых заданий представлены корреляционной плеядой (рис. 2), отражающей результаты анализа взаимосвязи тестовых заданий стимульного материала апробируемой методики ШКСПИР с ее итоговым баллом. Использовался коэффициент корреляции Спирмена, полученные значения принадлежат промежутку от 0,24 до 0,63, что в целом интерпретируется как положительная связь умеренной силы. Достоверность

выявленных закономерностей соответствовала статистической значимости  $p \leq 0,001$ . Наиболее информативными в отношении дискриминации выборки по исследуемому признаку (степень сохранности когнитивных функций) оказались задания на исследование кинетического праксиса («графическая серия» (0,63), «копия изображения куба» (0,58), «реакция выбора» (0,53)); средней информативностью обладают задания на конструктивно-пространственный праксис, память и гнозис («глазомер» (0,49), «календарь» (0,45), «праксис» (0,44)); наименее информативными оказались задания, требующие сохранности речи («называние» (0,39), «вспомнить картинку» (0,39), «понимание» (0,38), «ассоциативный выбор» (0,24)).

Описанный результат является подтверждением как дискриминативных возможностей, так и заявлен-

ных ранее границ применимости адаптируемой методики: наличие/отсутствие речевых нарушений вносит минимальный вклад в формирование итогового балла и, следовательно, оценку состояния когнитивных функций у пациентов после перенесенного инсульта.

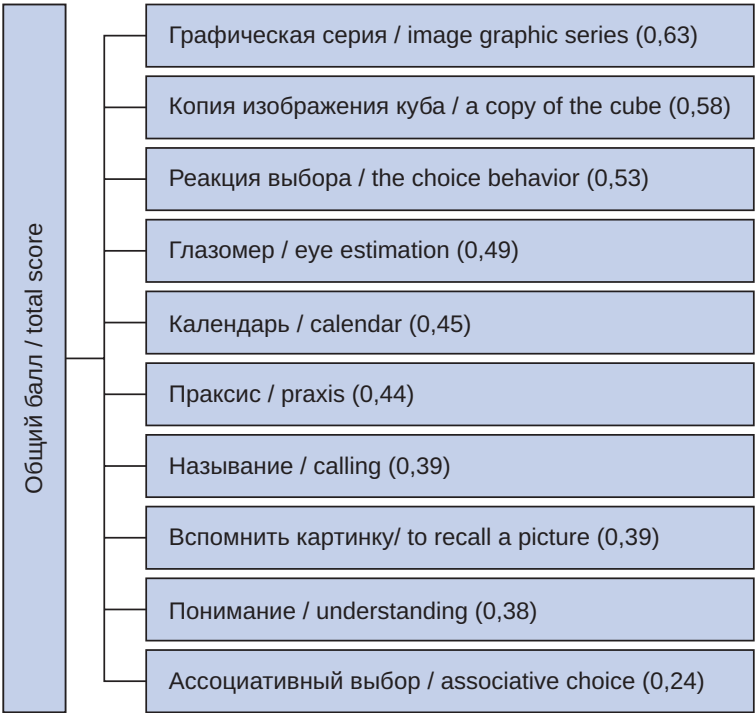
Прогностическая ценность, практическая значимость и конкурентная валидность методики ШКСПИР исследованы путем сопоставительного анализа выявленной частоты встречаемости различных уровней когнитивных нарушений среди обследованных пациентов с постинсультными нарушениями речи ( $n = 40$ ) с аналогичными данными методики КНОКС.

Отсутствие когнитивного дефицита у пациентов с нарушениями речи после инсульта, методики КНОКС и ШКСПИР выявляют с одинаковой точностью (100 % совпадений). В отношении диагностики легких когнитивных нарушений совпадения составляют 80 % случаев, при этом 10 % (2 из 20 человек) верифицированы методикой ШКСПИР как нарушения средней тяжести, 10 % (2 из 20 человек) — как отсутствие когнитивных нарушений. Диагностика когнитивных нарушений средней степени тяжести методикой ШКСПИР соответствует данным КНОКС в 54,5 % случаев (6 из 11 человек), при этом в 27,3 % случаев (3 из 11 человек) нарушения определены как легкие, в 18,2 % (2 из 11 человек) — как тяжелые. В отношении выявления когнитивных нарушений тяжелой степени совпадения результатов диагностики составляют 20 %: из 5 случаев, идентифицированных КНОКС как тяжелые, методика ШКСПИР в качестве тяжелого определила только 1 пациента.

Таким образом, апробируемый инструмент для скрининговой диагностики когнитивного статуса пациентов, перенесших инсульт, имеющих нарушение речи, демонстрирует высокую конкурентную валидность и практическую значимость. Методика ШКСПИР при наличии речевых нарушений обеспечивает 100 % специфичность по сравнению с методикой КНОКС и позволяет минимизировать риск ложноположительных результатов. При этом методика ШКСПИР обнаруживает большую чувствительность к дифференциальной диагностике когнитивных нарушений разной степени тяжести: в 22,5 % случаев диагностика выявляет более легкие нарушения, а в 10 % случаев — более тяжелые.

В случае необходимости оценки когнитивного статуса пациентов с постинсультными нарушениями речи методика КНОКС предоставляет возможность диагностики индивидуального случая. Диагностика с использованием методики ШКСПИР позволяет маршрутизировать пациентов с нарушениями речи в рамках стандартизированного подхода к построению индивидуального реабилитационного маршрута.

Учитывая методическую целесообразность введения шкальных оценок, используемых для создания индивидуальных программ медицинской реабилитации, в соответствии с балльной оценкой по МКФ количественные нормативы апробируемой методики были сформулированы в границах, представленных в таблице 4, то есть в соответствии с количественным интегральным определителем кодов МКФ (b114, b117, b122, b144, b160) и кривой нормального распределения.



**Рис. 2.** Вклад тестовых заданий в формирование итогового балла оценки состояния когнитивных функций по данным методики «Шкала оценки когнитивного статуса пациентов после перенесенного инсульта с учетом нарушений речи»

**Fig. 2.** The contribution of test tasks to the total score assessment of cognitive functions according to the "Scale for cognitive status assessment of the after-stroke patients with speech disorders" methodology

По результатам диагностики (табл. 4) состояния когнитивных функций пациентов после перенесенного инсульта с помощью методики ШКСПИР вывод об отсутствии когнитивных нарушений делается при достижении итоговым показателем границ 38–40 баллов; о наличии когнитивных нарушений легкой степени — при достижении 33–37 баллов; средней степени — 20–32 баллов, тяжелой степени — 4–19 баллов; крайне тяжелой степени — 0–3 баллов.

Диапазон тестовых баллов от 0 до 19 методики ШКСПИР соответствует психоорганическому расстройству или деменции, что исключает возможность установления продуктивного контакта с окружающими.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящее исследование посвящено разработке инструмента для скрининга когнитивного состояния пациентов после перенесенного ОНМК. Необходимость разработки и апробации на отечественной выборке пациентов с социально значимой нозологией подобного инструмента обоснована клинической необходимостью и находится в русле основных направлений Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации<sup>2</sup>: обоснованное внедрение наукоемких технологий в практику здравоохранения представляет собой часть решений, наиболее эффективно отвечающих на большие вызовы современности и удовлетворяющих практические потребности экономики и общества.

Клинические наблюдения свидетельствуют о принципиальной возможности включения паци-

ентов с постинсультными речевыми нарушениями в медицинскую реабилитацию при соблюдении персонализированного подхода. В процессе валидации методики «Шкала оценки когнитивного статуса пациентов после перенесенного инсульта с учетом нарушений речи» показаны ее удовлетворительные психометрические характеристики, эмпирически обоснована практическая значимость и пригодность для того, чтобы служить основанием построения алгоритмов маршрутизации. Простота использования, лаконичность и краткость исполнения делает предлагаемую разработку надежным инструментом, доступно масштабируемым в клиническую практику любым членом МДРК.

К ограничениям настоящего исследования, определяющим направления дальнейших разработок, следует отнести особенности комплектования выборки валидации — пациенты, находящиеся на втором этапе медицинской реабилитации. Планируются дальнейшие исследования чувствительности методики на большем количестве пациентов для дифференциальной диагностики когнитивных нарушений разной степени тяжести у пациентов с постинсультными речевыми нарушениями. Расширение объема выборки апробации методики «Шкала оценки когнитивного статуса пациентов после перенесенного инсульта с учетом нарушений речи» при сохранении ее репрезентативной структуры в отношении видов и степени выраженности нарушений речи, возникших в результате перенесенного ОНМК, является перспективной задачей, обеспечивающей более углубленное понимание психометрических характеристик и границ применимости апробированной методики.

<sup>2</sup> Указ Президента Российской Федерации № 145 от 28.02.2024 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации»

**Таблица 4.** Интерпретационные нормативы методики «Шкала оценки когнитивного статуса пациентов после перенесенного инсульта с учетом нарушений речи» (n = 147)

**Table 4.** Interpretative standards of the methodology "Scale for cognitive status assessment of the after-stroke patients with speech disorders" (n = 147)

| МКФ / ICF                                                                                           | Итоговый показатель (баллы) / Total score (points)           | % (нормальное распределение) / % (normal distribution) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <b>0</b> <b>НЕТ проблем (никаких, отсутствуют, ничтожные) / NO problem (none, none, negligible)</b> | 38–40 — отсутствие нарушений / absence of violations         | 0–4                                                    |
| <b>1</b> <b>ЛЕГКИЕ проблемы (незначительные, слабые) / EASY problems (mild, light)</b>              | 33–37 — нарушения легкой степени / mild violations           | 5–24                                                   |
| <b>2</b> <b>УМЕРЕННЫЕ проблемы (средние, значимые) / MODERATE problems (average, significant)</b>   | 20–32 — нарушения средней степени / moderate violations      | 25–49                                                  |
| <b>3</b> <b>ТЯЖЕЛЫЕ проблемы (высокие, интенсивные) / SEVERE problems (high, intense)</b>           | 4–19 — нарушения тяжелой степени / severe violations         | 50–95                                                  |
| <b>4</b> <b>АБСОЛЮТНЫЕ проблемы (полные) / ABSOLUTE problems (complete)</b>                         | 0–3 — крайне тяжелые нарушения / extremely severe violations | 96–100                                                 |

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Котельникова Анастасия Владимировна**, кандидат психологических наук, ведущий научный сотрудник, ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины им. С.И. Спасокукоцкого Департамента здравоохранения города Москвы».

E-mail: pav-kotelnikov@yandex.ru, nauka-org@mail.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9605-557X>

**Погонченкова Ирэна Владимировна**, доктор медицинских наук, доцент, директор, ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины им. С.И. Спасокукоцкого Департамента здравоохранения города Москвы».

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5123-5991>

**Титова Анна Владимировна**, медицинский логопед филиала № 3, ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины им. С.И. Спасокукоцкого Департамента здравоохранения города Москвы».

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5797-6475>

**Костенко Елена Владимировна**, доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по научной работе, ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины им. С.И. Спасокукоцкого Департамента здравоохранения города Москвы», невролог, профессор кафедры неврологии, нейрохирургии и медицинской генетики, ГБОУ ВПО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0629-9659>

**Петрова Людмила Владимировна**, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник, невролог, заведующая отделом медицинской реабилитации, ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины им. С.И. Спасокукоцкого Департамента здравоохранения города Москвы».

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0353-553X>

**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: Котельникова А.В. — разработка концепции и дизайна исследования, отбор и клиническое обследование пациентов, статистическая обработка, написание текста; Погонченкова И.В. — разработка концепции исследования, научная редакция текста рукописи; Титова А.В. — отбор и клиническое обследование пациентов, статистическая обработка, написание текста рукописи; Костенко Е.В. — разработка темы обзора и дизайна исследования, проверка критически важного содержания, редактирование рукописи; Петрова Л.В. — подготовка и написание текста статьи, редактирование рукописи.

**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 ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины им. С.И. Спасокукоцкого Департамента здравоохранения города Москвы» (протокол № 3 от 15.05.2023).

**Декларация о наличии данных.** Данные не находятся в открытом доступе из-за ограничений, содержащих информацию, которая может нарушить конфиденциальность участников исследования.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Anastasia V. Kotelnikova**, Ph.D. (Psych.), Senior Researcher, Moscow Centre for Research and Practice in Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine named after S.I. Spasokukotsky of Moscow Healthcare Department.

E-mail: pav-kotelnikov@yandex.ru, nauka-org@mail.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9605-557X>

**Irena V. Pogonchenkova**, D.Sc. (Med.), Director, S.I. Spasokukotsky Moscow Centre for Research and Practice in Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of Moscow Healthcare Department.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5123-5991>

**Anna V. Titova**, Doctor of Physical Rehabilitation Medicine, Medical Speech Therapist of Branch No. 3, S.I. Spasokukotsky Moscow Centre for Research and Practice in Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of Moscow Healthcare Department.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5797-6475>

**Elena V. Kostenko**, D.Sc. (Med.), Professor, Deputy Director for Scientific Work, S.I. Spasokukotsky Moscow Centre for Research

and Practice in Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of Moscow Healthcare Department; Neurologist, Professor, Department of Neurology, Neurosurgery and Medical Genetics, Pirogov Russian National Research Medical University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0629-9659>

**Liudmila V. Petrova**, Ph.D. (Med.), Senior Researcher, S.I. Spasokukotsky Moscow Centre for Research and Practice in Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of Moscow Healthcare Department, Neurologist, Head of Department of Medical Rehabilitation.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0353-553X>

**Author contributions.** 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: Kotelnikova A.V. — development of the concept and design of the study, selection and clinical examination of patients, statistical processing, text

writing; Pogonchenkova I.V. — conceived the study, design, review of publications, verification of critical content, scientific revision of the manuscript, approval of the manuscript for publication; Titova A.V. — selection and clinical examination of patients, statistical processing, text writing; Petrova L.V. — review of publications, processing, writing the text of the manuscript; review of publications on the topic 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.

**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 Centre for Research and Practice in Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of Moscow Healthcare Department (Protocol No. 3 dated 15.05.2023).

**Data Availability Statement.** The data are not publicly available due to restrictions containing information that could compromise the privacy of research participants.

## Список литературы / References

1. Пирадов М.А., Максимова М.Ю., Домашенко М.А. Инсульт. Интенсивная терапия: национальное руководство, 2-й том. Москва: ГЭОТАР-Медиа. 2020; 1056 с. [Piradov M.A., Maksimova M.YU., Domashenko M.A. Insul't. Intensivnaya terapiya: nacional'noe rukovodstvo, 2-j tom. Moskva: GEOTAR-Media. 2020; 1056 s. (In Russ.).]
2. Боголепова А.Н. Постинсультные когнитивные и астенические нарушения. Фармакология & Фармакотерапия. 2021; 2: 26–27. [Bogolepova A.N. Post-stroke cognitive and asthenic disorders. Pharmacology & Pharmacotherapy. 2021; 2: 26–27 (In Russ.).]
3. American Psychiatric Association. Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5™ (5th ed.). Arlington, VA: American Psychiatric Association. 2013; 947 p.
4. Нейрореабилитация: учебное пособие для вузов под редакцией В.М. Шкловского. Москва: Юрайт. 2024; 401 с. [Nejroreabilitaciya: uchebnoe posobie dlya vuzov. Pod redakciej V.M. Shklovskogo. Moskva: YUrajt. 2024; 401 s. (In Russ.).]
5. Котельникова А.В., Погонченкова И.В., Костенко Е.В. и др. Психометрическая апробация скрининговых методик диагностики когнитивного статуса постинсультных пациентов: обсервационное когортное исследование. Вестник восстановительной медицины. 2023; 22(2): 32–41. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-2-32-41> [Kotelnikova A.V., Pogonchenkova I.V., Kostenko E.V., et al. Psychometric Approbation of Screening Methods for the Diagnosis of Cognitive Status in a Sample of Ischemic Stroke Patients: an Observational Cohort Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(2): 32–41. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-2-32-41> (In Russ.).]
6. Тонконогий И.М. Краткое нейропсихологическое обследование когнитивной сферы (КНОКС). Москва: ПЕР СЭ. 2010; 69 с. [Tonkonogij I.M. Kratkoe nejropsihologicheskoe obsledovanie kognitivnoj sfery (KNOKS). Moskva: PER SE. 2010; 69 s. (In Russ.).]
7. Guo Y. A selective review of the ability for variants of the Trail Making Test to assess cognitive impairment. Appl Neuropsychol Adult. 2022; 29(6): 1634–1645. <https://doi.org/10.1080/23279095.2021.1887870>
8. Parashos S.A., Johnson M.L., Erickson-Davis C., Wielinski C.L. Assessing cognition in Parkinson disease: use of the cognitive linguistic quick test. J. Geriatr. Psychiatry Neurol. 2009; 22(4): 228–234. <https://doi.org/10.1177/0891988709342721>
9. Graeff D.B., Lui J.M., Zucco N.D.P., et al. Clock drawing test: comparison between the Pfizer and the Shulman systems. Dement Neuropsychol. 2021; 15(4): 480–484. <https://doi.org/10.1590/1980-57642021dn15-040009>
10. Benaïm C., Wauquiez G., Pérennou D., et al. Cognitive assessment scale for stroke patients (CASP): A multicentric validation study. Ann Phys Rehabil Med. 2022; 65(3): 101594. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2021.101594>
11. Международная классификация функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья (полная версия). Санкт-Петербург: СПбИУВЭК. 2003; 342 с. [Mezhdunarodnaya klassifikaciya funkcionirovaniya, ogranichenij zhiznedeyatel'nosti i zdorov'ya (polnaya versiya). Sankt Peterburg: SPbIUVEK. 2003; 342 s. (In Russ.).]
12. Наследов А.Д. Математические методы психологического исследования. Анализ и интерпретация данных: учебное пособие. Санкт-Петербург: Речь. 2010; 388 с. [Nasledov A.D. Matematicheskie metody psihologicheskogo issledovaniya. Analiz i interpretaciya dannyh: uchebnoe posobie. Sankt Peterburg: Rech'. 2010; 388 s. (In Russ.).]
13. Кемстач В.В., Беляева С.И., Саковский И.В. Возможности исследования коннектома человека в связи с нарушением речевых функций. Психология человека в образовании. 2020; 2(2): 182–187. <https://doi.org/10.33910/2686-9527-2020-2-2-182-187> [Kemstach V.V., Belyaeva S.I., Makovsky I.V. Possibilities of human connectome research in connection with impaired speech functions. Human psychology in education. 2020; 2(2): 182–187. <https://doi.org/10.33910/2686-9527-2020-2-2-182-187> (In Russ.).]
14. Алферова В.В., Майорова Л.А., Иванова Е.Г. и др. Функциональная нейровизуализация структур мозга, связанных с речью в норме и при постинсультной афазии. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2017; 117(3–2): 71–78. <https://doi.org/10.17116/jnevro20171173271-78> [Alferova V.V., Mayorova L.A., Ivanova E.G., et al. Functional neuroimaging of brain structures associated with speech in normal and post-stroke aphasia. Journal of Neurology and Psychiatry named after S.S. Korsakov. 2017; 117(3–2): 71–78. <https://doi.org/10.17116/jnevro20171173271-78> (In Russ.).]
15. Лиманова Л.В., Попов Н.В. Расчет дискриминативности и валидности для оценки качества педагогического теста из курса математики по теме «Ряды». Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки. 2021; 23(1): 35–41. <https://doi.org/10.37313/2413-9645-2021-23-76-35-41> [Limanova L.V., Popov N.V. Calculation of discriminativity and validity for assessing the quality of a pedagogical test from a mathematics course on the topic «Rows». Izvestiya Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. Social, humanitarian, medical and biological sciences. 2021; 23(1): 35–41. <https://doi.org/10.37313/2413-9645-2021-23-76-35-41> (In Russ.).]
16. Хомская Е.Д. Методологические и теоретические проблемы психологии в трудах А.Р. Лурия. Вопросы психологии. 1982; 66 с. [Homskaya E.D. Metodologicheskie i teoreticheskie problemy psihologii v trudah A.R. Luriya. Voprosy psihologii. 1982; 66 s. (In Russ.).]
17. Визель Т.Г. Основы нейропсихологии. Теория и практика. Москва: АСТ. 2021; 544 с. [Vizel' T.G. Osnovy nejropsihologii. Teoriya i praktika. Moskva: AST. 2021; 544 s. (In Russ.).]

Оригинальная статья / Original article

DOI: <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-6-38-44>

## Влияние природной минеральной воды на регуляторы гастродуоденальной моторики у молодежи: сравнительное контролируемое исследование

Шкляев А.Е.\*, Казарин Д.Д., Максимов К.В.

ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия» Минздрава России, Ижевск, Россия

### РЕЗЮМЕ

**ВВЕДЕНИЕ.** Питьевая бальнеотерапия успешно используется при патологии органов пищеварения. Однако саногенетические механизмы нормализации гастроинтестинальной моторики при использовании питьевых минеральных вод изучены недостаточно.

**ЦЕЛЬ.** Оценить динамику уровня гормонов-регуляторов моторики желудка при однократном приеме среднеминерализованной сульфатно-натриево-кальциевой минеральной воды у молодежи для раскрытия их саногенетической роли при функциональной диспепсии.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** Сформировано 3 группы: первая — 57 человек с постпрандиальным дистресс-синдромом (ПДС), вторая — 57 человек с синдромом боли в эпигастрии (СБЭ), третья — 56 здоровых человек. У всех обследованных оценены гастроэнтерологические симптомы по специфическому валидизированному опроснику Gastrointestinal Symptom Rating Scale (GSRS), а также определены уровни мотилина и холецистокинина в крови до и после приема 200 мл минеральной воды.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** Уровень мотилинемии у больных с ПДС исходно ( $9811,67 \pm 48,34$  пг/мл) не имел достоверных отличий от уровня такового здоровых ( $9665,64 \pm 106,94$  пг/мл) ( $p = 0,379$ ), с СБЭ была ниже ( $8780,67 \pm 102,94$  пг/мл) ( $p = 0,000$ ). У здоровых концентрация мотилина в крови после приема минеральной воды не претерпела статистически значимой динамики ( $p = 0,59$ ), у пациентов с ПДС произошло снижение его уровня на 13,8 % ( $p = 0,000$ ), с СБЭ — увеличение на 9,3 % ( $p = 0,000$ ). Величина холецистокинемии при СБЭ ( $180,6 \pm 5,83$  пг/мл) оказалась статистически значимо выше ( $p = 0,008$ ), а при ПДС ( $116,67 \pm 3,32$  пг/мл) — ниже ( $p = 0,000$ ) таковой в группе здоровых ( $146,64 \pm 6,24$  пг/мл). После употребления минеральной воды у здоровых произошел рост холецистокинемии на 21,5 % ( $p = 0,003$ ), в группе пациентов с ПДС — на 43,6 % ( $p = 0,000$ ), с СБЭ — без существенной динамики ( $p = 0,491$ ).

**ВЫВОДЫ.** Выявлены особенности динамики уровня мотилина и холецистокинина в крови здоровых и при функциональной диспепсии в ответ на однократный прием минеральной воды, играющие важную роль в саногенетическом действии питьевой бальнеотерапии при нарушениях моторики желудка.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** питьевая бальнеотерапия, минеральные воды, постпрандиальный дистресс-синдром, синдром боли в эпигастрии, мотилин, холецистокинин

**Для цитирования / For citation:** Шкляев А.Е., Казарин Д.Д., Максимов К.В. Влияние природной минеральной воды на регуляторы гастродуоденальной моторики у молодежи: сравнительное контролируемое исследование. Вестник восстановительной медицины. 2024; 23(6):38-44. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-6-38-44> [Shklyayev A.E., Kazarin D.D., Maksimov K.V. The Effect of Natural Mineral Water on Regulators of Gastroduodenal Motility in Young Adults: a Comparative Controlled Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(6):38-44. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-6-38-44> (In Russ.).]

**Для корреспонденции:** Шкляев Алексей Евгеньевич, E-mail: [shklyaevalleksey@gmail.com](mailto:shklyaevalleksey@gmail.com), [rector@igma.udm.ru](mailto:rector@igma.udm.ru)

Статья получена: 22.04.2024

Статья принята к печати: 06.08.2024

Статья опубликована: 16.12.2024

©2024, Шкляев А.Е., Казарин Д.Д., Максимов К.В.

Aleksey E. Shklyayev, Daniil D. Kazarin, Kirill V. Maksimov

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 Effect of Natural Mineral Water on Regulators of Gastroduodenal Motility in Young Adults: a Comparative Controlled Study

 **Aleksey E. Shklyayev\***,  **Daniil D. Kazarin**,  **Kirill V. Maksimov**

*Izhevsk State Medical Academy, Izhevsk, Russia*

### ABSTRACT

**INTRODUCTION.** Drinking balneotherapy has long been successfully used for pathologies of the digestive system. However, the sanogenetic mechanisms of normalization of gastrointestinal motility when using drinking mineral waters have not been sufficiently studied.

**AIM.** To assess the dynamics of the level of hormones that regulate gastric motility with a single dose of moderately mineralized sulfate-sodium-calcium mineral water in a young adults to reveal their sanogenetic role in functional dyspepsia.

**MATERIALS AND METHODS.** 3 groups were formed: the first — 57 people with postprandial distress syndrome (PDS), the second — 57 with epigastric pain syndrome (EPS), the third — 56 healthy people. All subjects were assessed for gastroenterological symptoms using a specific validated Gastrointestinal Symptom Rating Scale (GSRS) questionnaire, and the levels of motilin and cholecystokinin in the blood were determined before and after taking 200 ml of mineral water.

**RESULTS.** The level of motilinemia in patients with PDS initially ( $9811.67 \pm 48.34$  pg/ml) did not have significant differences from the level of healthy people ( $9665.64 \pm 106.94$  pg/ml) ( $p = 0.379$ ), with EPS it was lower ( $8780.67 \pm 102.94$  pg/ml) ( $p = 0.000$ ). In healthy people, the concentration of motilin in the blood after taking mineral water did not undergo statistically significant changes ( $p = 0.59$ ), in patients with PDS it led to a decrease in its level by 13.8 % ( $p = 0.000$ ), in patients with EPS it increased by 9.3 % ( $p = 0.000$ ). The value of cholecystokininemia in EPS ( $180.6 \pm 5.83$  pg/ml) turned out to be statistically significantly higher ( $p = 0.008$ ), and in PDS ( $116.67 \pm 3.32$  pg/ml) lower ( $p = 0.000$ ) than in healthy group ( $146.64 \pm 6.24$  pg/ml). After drinking mineral water, healthy people experienced an increase in cholecystokininemia by 21.5 % ( $p = 0.003$ ), in the group of patients with PDS — by 43.6 % ( $p = 0.000$ ), with EPS — without significant dynamics ( $p = 0.491$ ).

**CONCLUSION.** Features of the dynamics of the level of motilin and cholecystokinin in the blood of healthy people and with functional dyspepsia in response to a single dose of mineral water were revealed, which play an important role in the sanogenetic effect of drinking balneotherapy for gastric motility disorders.

**KEYWORDS:** drinking balneotherapy, mineral waters, postprandial distress syndrome, epigastric pain syndrome, motilin, cholecystokinin

**For citation:** Shklyayev A.E., Kazarin D.D., Maksimov K.V. The Effect of Natural Mineral Water on Regulators of Gastroduodenal Motility in Young Adults: a Comparative Controlled Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(6):38-44. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-6-38-44> (In Russ.).

\* **For correspondence:** Aleksey E. Shklyayev, E-mail: [shklyaevalseksey@gmail.com](mailto:shklyaevalseksey@gmail.com), [rector@igma.udm.ru](mailto:rector@igma.udm.ru)

**Received:** 22.04.2024

**Accepted:** 06.08.2024

**Published:** 16.12.2024

### ВВЕДЕНИЕ

Питьевые минеральные воды (МВ) давно и с успехом используются для лечения и профилактики патологии желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) [1]. Наибольшая эффективность питьевой бальнеотерапии показана при заболеваниях верхних отделов пищеварительной системы [2]. Полученные рядом исследователей данные показывают, что питьевая бальнеотерапия обладает прямым действием на гастроинтестинальную моторику, а также действует посредством гормональных механизмов [3, 4]. В процессе приема питьевых МВ происходит стимуляция выработки гормонов пищеварительного тракта, которые задействованы в регуляции моторно-эвакуаторной функции кишечника [5]. Курсовая бальнеотерапия позволяет добиться адаптации органов ЖКТ к пищевым раздражителям, возвращая их деятельность к физиологическому уровню функционирования [6]. В частности,

МВ сульфатно-магниево-натриевого состава оптимизируют моторику гладкой мускулатуры органов пищеварения [7]. В клинических и экспериментальных исследованиях отмечена эффективность применения лечебных и лечебно-столовых МВ при функциональных гастроинтестинальных расстройствах, зачастую требующих поиска дополнительных или даже альтернативных терапевтических мероприятий [8]. Уточнение механизмов действия питьевых МВ связано с рядом сложностей по причине их многокомпонентности и многогранности оказываемого на организм влияния [9]. Имеются данные о выраженном гормонально-метаболическом эффекте у больных с заболеваниями ЖКТ при использовании в составе моно- и комплексной терапии слабощелочной (pH-7,8), среднеминерализованной (М-7,3) МВ «Увинская» (п. Ува, Удмуртия). В ряде работ показано ее антидистрофическое действие на гастродуоденальную слизистую оболочку

и моторику верхних отделов пищеварительной системы [10]. Однако гормональные механизмы ее са-ногенетического действия в отношении нарушений моторики желудка до настоящего времени не иссле-довались. Регуляция гастродуоденальной моторики осуществляется гормонами и пептидами ЖКТ [11]. Главным стимулятором желудочной моторики слу-жит мотилин, действующий прокинетически за счет инициации мигрирующих моторных комплексов, улучшения кровообращения и поддержания тонуса гладкой мускулатуры в межпищеварительный пери-од [12]. Физиологический антагонист мотилина, бло-кирующий моторику желудка, — холецистокинин. Его синтез происходит в слизистой оболочке тощей киш-ки при поступлении в ее просвет богатого жирами химуса [13]. Тормозящее действие холецистокинина реализуется через рецепторы гладкой мускулатуры гастродуоденальной зоны, их возбуждение повыша-ет тонус сфинктера привратника и снижает таковой у кардиального, что прекращает процесс эвакуации содержимого желудка [14]. Проведенное ранее со-поставление физиологического действия мотилина и холецистокинина в отношении гастродуоденаль-ной моторики характеризует наличие взаимосвязи между ними и подчеркивает важность определения динамики обоих гормонов при оценке механизмов терапевтического действия лечебных факторов [11].

ЦЕЛЬ

Оценить динамику уровня гормонов-регуляторов моторики желудка при однократном приеме средне-минерализованной сульфатно-натриево-кальциевой МВ у молодежи для раскрытия их са-ногенетической роли при функциональной диспепсии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании приняло участие 170 студентов ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия» Минздрава России, обратившихся с профи-лактической целью и не имеющих органических забо-леваний органов пищеварения, средний возраст со-ставил 22,3 ± 0,21 года. Все обследованные согласно Римским критериям IV были разделены на 3 сопоста-вимые по полу и возрасту группы: здоровые (56 чело-век), больные с постпрандиальным дистресс-синдро-мом (ПДС) (57 человек), больные с синдромом боли в эпигастрии (СБЭ) (57 человек). Оценка клинических симптомов поражения ЖКТ проводилась с использо-ванием специфического опросника Gastrointestinal Symptom Rating Scale (GSRS). Для исключения орга-нической патологии желудка на этапе формирования выборки всем участникам исследования проводилась эзофагофиброгастродуоденоскопия.

Уровень мотилина и холецистокинина в крови об-следованных определяли до и после употребления 200 мл МВ «Увинская» (химический состав приведен в таблице 1) методом иммуноферментного анализа (Cloud-Clone Corp., США). МВ принималась утром на-тошак, маленькими глотками, комнатной температу-ры (20–25 °C), без газа. Перед началом исследования от всех его участников было получено письменное добровольное информированное согласие.

Таблица 1. Химический состав питьевой минеральной воды «Увинская» (г/л)

Table 1. Chemical composition of "Uvinskaya" drinking mineral water (g/l)

| Катионы / Cations                                       | Анионы / Anions                    |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Натрий / Sodium — 1,86                                  | Сульфат / Sulfate — 4,58           |
| Кальций / Calcium — 0,31                                | Хлор / Chlorine — 0,23             |
| Магний / Magnesium — 0,1                                | Гидрокарбонат / Bicarbonate — 0,12 |
| Калий / Potassium — 0,01                                | Фтор / Fluorine — 0,0009           |
| Стронций / Strontium — 0,002                            |                                    |
| Аммоний / Ammonium — 0,001                              |                                    |
| Литий / Lithium — 0,0004                                |                                    |
| Недиссоциированные молекулы / Non-dissociated molecules |                                    |
| Кремниевая кислота / Silicic acid — 0,005               |                                    |
| Метаборная кислота / Metaboric acid — 0,08              |                                    |

Бальнеологическая формула минеральной воды «Увинская» следующая:

$$m\ 7,3\frac{SO_4\ 92}{Na + K/78\ Ca\ 14}\ pH\ 7,8.$$

Математическая обработка полученных данных про-водилась с помощью пакета GNU PSPP version 1.5.3. Оце-ниваемые показатели представлены в виде среднего и стандартной ошибки среднего (M ± m). Достоверность различий параметров, которые не подчинялись закону нормального распределения (по критерию Колмогоро-ва — Смирнова), оценивалась по U-критерию Манна — Уитни (для независимых выборок) и T-критерию Вилко-сона (для связанных). Выявленные различия считались статистически значимыми при p ≤ 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анкетирование обследованных с использованием специфического опросника GSRS закономерно проде-монстрировало наилучшее качество жизни, связанное с состоянием пищеварительного тракта, в группе здо-ровых (табл. 2).

Для группы больных с ПДС оказался наиболее ха-рактерен диспептический синдром, достигший у них наибольшего значения среди обследованных (статисти-чески значимо выше, чем у здоровых), что, очевидно, связано с выраженными нарушениями гастродуоде-нальной моторики при этом варианте функциональной диспепсии. Отсутствие достоверных отличий от здо-ровых по остальным шкалам опросника GSRS свиде-

тельствует о нормальном функционировании других отделов ЖКТ при ПДС. У обследованных с СБЭ зафиксирована статистически значимо большая выраженность по шкале абдоминальной боли, превышавшая значения как у здоровых, так и у пациентов с ПДС. Суммарный балл, полученный по опроснику GSRS, в группе пациентов с СБЭ был достоверно выше, чем в двух других обследованных группах, характеризую более низкое качество жизни, обусловленное выраженностью болевого синдрома.

Для уточнения механизмов саногенеза питьевой бальнеотерапии было оценено влияние приема МВ «Увинская» на концентрацию в крови основных гормонов-регуляторов моторики ЖКТ, определяющих выраженность клинических симптомов моторно-эвакуатор-

ных нарушений в гастродуоденальной зоне. Их уровень определялся исходно, а также после однократного приема МВ (табл. 3).

Уровень мотилинии натошак у больных с ПДС не отличался от такового у здоровых ( $p = 0,379$ ), тогда как у обследованных с СБЭ был статистически значимо ниже, чем в двух других группах ( $p = 0,000$  и  $p = 0,000$  соответственно). Мотилин как гормон с прокинетическим действием поддерживает тонус гладкомышечного слоя стенки желудка, что может ограничивать постпрандиальную релаксацию свода желудка и в условиях висцеральной гиперчувствительности вызывать характерную для ПДС клиническую симптоматику.

Отдельного внимания заслуживает динамика мотилинии после приема исследуемой МВ. Так, у здоро-

**Таблица 2.** Качество жизни обследованных по опроснику GSRS, баллы ( $M \pm m$ )  
**Table 2.** Quality of life of those examined according to the GSRS questionnaire, points ( $M \pm m$ )

| Шкалы / Scales                               | Группы обследованных / Groups of surveyed |                                                    |                                                    | $p$   | $p^*$ | $p^{**}$ |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------|-------|----------|
|                                              | Здоровые / Healthy<br>( $n = 56$ )        | Пациенты с ПДС / Patients with PDS<br>( $n = 57$ ) | Пациенты с СБЭ / Patients with EPS<br>( $n = 57$ ) |       |       |          |
| Абдоминальная боль / Abdominal pain          | 2,33 $\pm$ 0,18                           | 2,07 $\pm$ 0,15                                    | 4,33 $\pm$ 0,23                                    | 0,516 | 0,000 | 0,000    |
| Рефлюкс синдром / Reflux syndrome            | 1,80 $\pm$ 0,12                           | 1,77 $\pm$ 0,13                                    | 1,89 $\pm$ 0,11                                    | 0,504 | 0,395 | 0,429    |
| Диарейный синдром / Diarrheal syndrome       | 1,54 $\pm$ 0,14                           | 1,35 $\pm$ 0,10                                    | 1,67 $\pm$ 0,13                                    | 0,175 | 0,900 | 0,124    |
| Диспептический синдром / Intestinal syndrome | 2,02 $\pm$ 0,10                           | 2,81 $\pm$ 0,10                                    | 2,17 $\pm$ 0,93                                    | 0,000 | 0,246 | 0,000    |
| Синдром запоров / Constipation syndrome      | 1,39 $\pm$ 0,09                           | 1,61 $\pm$ 0,15                                    | 1,11 $\pm$ 0,02                                    | 0,932 | 0,058 | 0,221    |
| Суммарный балл / Sum scale                   | 9,07 $\pm$ 0,41                           | 9,61 $\pm$ 0,25                                    | 11,17 $\pm$ 0,46                                   | 0,114 | 0,001 | 0,008    |

**Примечание:**  $p$  — достоверность различий между пациентами с ПДС и здоровыми;  $p^*$  — достоверность различий между пациентами с СБЭ и здоровыми;  $p^{**}$  — достоверность различий между пациентами с ПДС и СБЭ.

**Note:**  $p$  — significance of differences between the patients with PDS and healthy ones;  $p^*$  — significance of differences between patients with EPS and healthy ones;  $p^{**}$  — significance of differences between patients with PDS and EPS.

**Таблица 3.** Концентрация гормонов-регуляторов моторики желудочно-кишечного тракта в крови ( $M \pm m$ )  
**Table 3.** The concentration of hormones-regulators of gastrointestinal motility in the blood ( $M \pm m$ )

| Группы / Groups                    | Мотилин, пг/мл / Motilin, pg/ml |                                   | Холецистокинин, пг/мл / Cholecystokinin, pg/ml |                                   |
|------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------|
|                                    | Исходно / Initially             | После приема МВ / After taking MW | Исходно / Initially                            | После приема МВ / After taking MW |
| Здоровые / Healthy                 | 9665,64 $\pm$ 106,94            | 9742,29 $\pm$ 110,66              | 146,64 $\pm$ 6,24                              | 178,24 $\pm$ 4,21                 |
| Пациенты с ПДС / Patients with PDS | 9811,67 $\pm$ 48,34             | 8461,53 $\pm$ 215,39              | 116,67 $\pm$ 3,32                              | 167,52 $\pm$ 4,54                 |
| Пациенты с СБЭ / Patients with EPS | 8780,67 $\pm$ 102,94            | 9594,4 $\pm$ 34,36                | 180,6 $\pm$ 5,83                               | 190,77 $\pm$ 2,29                 |

вых он не вызвал изменений уровня мотилина в крови ( $p = 0,59$ ). Данный факт, возможно, обусловлен незначительностью воздействия небольшого объема (200 мл) и минерализации МВ на фоне отсутствия висцеральной гиперчувствительности и нарушений гуморальной регуляции гастродуоденальной моторики. В группе пациентов, страдающих ПДС, употребление МВ статистически значимо ( $p = 0,000$ ) понизило на 13,8 % концентрацию мотилина в крови, что может быть обусловлено висцеральной гиперчувствительностью желудка как к нагрузке объемом, так и к ионному составу МВ. По данным других авторов, физиологическое снижение уровня мотилина в крови отмечается вскоре после приема пищи [12]. Снижение постпрандиального уровня мотилинемии сопровождается редукцией его тонизирующего воздействия на гладкомышечные волокна стенки желудка, создавая условия для полноценной релаксации его проксимальной части, компенсируя явления висцеральной гиперчувствительности и обеспечивая купирование клинической симптоматики [11]. В группе пациентов с СБЭ прием 200 мл МВ привел к статистически значимому увеличению концентрации мотилина в крови (на 9,3 %,  $p = 0,000$ ), достигшему значений группы здоровых. Подъем концентрации мотилина у страдающих СБЭ характеризует наличие стрессогенного эффекта при употреблении МВ внутрь [6]. Разнонаправленная динамика мотилинемии после приема исследованной МВ в группах пациентов с разными вариантами функциональной диспепсии подчеркивает имеющиеся различия в их патогенезе, что, безусловно, требует учета при подборе схем бальнеотерапии.

Исходный уровень холецистокинина в крови noticeably у пациентов с СБЭ оказался статистически значимо выше ( $p = 0,008$ ), а у обследованных с ПДС — ниже ( $p = 0,000$ ), чем в группе здоровых. Гиперхолецистокинемия на фоне гипомотилинемии при СБЭ повышает тонус сфинктера привратника, являясь патогенетической основой абдоминальной боли спастического характера у этих пациентов. Низкая концентрация холецистокинина у больных с ПДС при нормомотилинемии создает условия для превалирования прокинетического эффекта мотилина в отношении гладкомышечных волокон проксимальной части желудка, нарушая его релаксационную аккомодацию.

Однократный прием 200 мл МВ «Увинская» в группе здоровых привел к статистически значимому увеличению концентрации холецистокинина в крови (на 21,5 %,  $p = 0,003$ ), имитируя физиологическую реакцию на прием пищи [15, 16]. Аналогичная динамика уровня холецистокинина наблюдалась в группе пациентов с ПДС (на 43,6 %,  $p = 0,000$ ), что может тормозить желудочную эвакуацию на фоне зафиксированного у них снижения уровня мотилинемии [11, 17]. В группе пациентов с СБЭ прием 200 мл МВ не оказал существенного влияния на исходно высокую концентрацию холецистокинина в крови ( $p = 0,491$ ).

Проведенные ранее исследования по оценке гормональных механизмов регуляции деятельности ЖКТ в процессе питьевой бальнеотерапии затрагивали популяции пациентов с органической гастроэнтерологической патологией [10] либо функциональными заболеваниями толстой кишки [5, 7]. Новизна настоящей работы заключается в раскрытии саногенетических механизмов, действующих посредством гормонов-регуляторов гастродуоденальной моторики, при назначении МВ пациентам с различными вариантами функциональной диспепсии. Ограничения данного исследования связаны с оценкой динамики регуляторных влияний только после однократного приема МВ, а дальнейшие перспективы с изучением влияния курсовой бальнеотерапии на гормональные механизмы регуляции моторики верхних отделов ЖКТ.

**ВЫВОДЫ**

Гормоны-регуляторы гастродуоденальной моторики (мотилин, холецистокинин) играют существенную роль в патогенезе функциональной диспепсии, нарушение баланса их эффектов ведет к появлению клинической симптоматики ПДС или СБЭ.

Уровень мотилина в крови пациентов с ПДС после однократного приема МВ «Увинская» снижается, с СБЭ — повышается.

Концентрация холецистокинина в крови после разового приема МВ «Увинская» увеличивается у здоровых и пациентов с ПДС, существенно не меняется у страдающих СБЭ.

При разработке схем питьевой бальнеотерапии патологии желудка необходимо учитывать динамику уровня гормонов-регуляторов гастродуоденальной моторики в ответ на прием МВ.

Необходимость уточнения роли ионного состава МВ в саногенетических механизмах устранения нарушений гастродуоденальной моторики требует продолжения начатых исследований.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Шкляев Алексей Евгеньевич**, доктор медицинских наук, профессор, ректор, профессор кафедры факультетской терапии с курсами эндокринологии и гематологии, ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия» Минздрава России.

E-mail: shklyaevaleksey@gmail.com, rector@igma.udm.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2281-1333>

**Казарин Даниил Дмитриевич**, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры факультетской терапии с курсами эндокринологии и гематологии, ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1223-0316>

**Максимов Кирилл Вячеславович**, аспирант кафедры факультетской терапии с курсами эндокринологии и гематологии, ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6478-1721>

**Вклад авторов.** Авторы данного исследования 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: Шкляев А.Е. — научное обоснование, методология, анализ данных, проверка и редактирование рукописи, руководство проектом; Казарин Д.Д. — проведение исследования, курация данных, написание черновика рукописи; Максимов К.В. — обеспечение материалов для исследования, верификация данных, визуализация, курирование проекта.

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

**Конфликт интересов.** 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. Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия» Минздрава России (протокол № 2 от 01.10.2017).

**Информированное согласие.** Авторы получили письменное согласие пациентов на публикацию всей соответствующей медицинской информации, включенной в рукопись.

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

## ADDITIONAL INFORMATION

**Aleksey E. Shklyayev**, D.Sc. (Med.), Professor, Rector, Professor of the Department of Faculty Therapy with Courses in Endocrinology and Hematology, Izhevsk State Medical Academy. E-mail: shklyaevalaksey@gmail.com, rector@igma.udm.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2281-1333>

**Daniil D. Kazarin**, Ph.D. (Med.), Assistant of the Department of Faculty Therapy with Courses in Endocrinology and Hematology, Izhevsk State Medical Academy. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1223-0316>

**Kirill V. Maksimov**, Postgraduate Student of the Department of Faculty Therapy with Courses in Endocrinology and Hematology, Izhevsk State Medical Academy. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6478-1721>

**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: Shklyayev A.E. — scientific rationale, methodology, data analysis, manuscript checking and editing, project management; Kazarin D.D. —

conducting research, curating data, writing a draft manuscript; Maksimov K.V. — provision of materials for research, data verification, visualization, project supervision.

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

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

**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 Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Izhevsk State Medical Academy of the Ministry of Health of Russia, Protocol No. 2 dated 01.10.2017.

**Informed Consent for Publication.** Written consent was obtained from the patient for publication of relevant medical information.

**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. Кайсинова А.С., Ефименко Н.В., Узденов М.Б. и др. Лечебные физические факторы в программах лечения больных хроническим панкреатитом. Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2022; 204(8): 47–55. <https://doi.org/10.31146/1682-8658-ecg-204-8-47-55> [Kaisinova A.S., Efimenko N.V., Uzdenov M.B., et al. Therapeutic physical factors in treatment programs for patients with chronic pancreatitis. Experimental and Clinical Gastroenterology. 2022; 204(8): 47–55. <https://doi.org/10.31146/1682-8658-ecg-204-8-47-55> (In Russ.).]
2. Шкляев А.Е., Дударев В.М. Гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь: диагностика, медикаментозное лечение, бальнеотерапия. Архив внутренней медицины. 2022; 12(3): 195–202. <https://doi.org/10.20514/2226-6704-2022-12-3-195-202> [Shklyayev A.E., Dudarev V.M. Gastroesophageal Reflux Disease: Diagnosis, Medication, Balneotherapy. The Russian Archives of Internal Medicine. 2022; 12(3): 195–202. <https://doi.org/10.20514/2226-6704-2022-12-3-195-202> (In Russ.).]
3. Куликов А.Г., Турова Е.А. Питьевые минеральные воды: проблемные вопросы и перспективы использования в лечении и реабилитации. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2021; 98(6): 54–60. <https://doi.org/10.17116/kurort20219806154> [Kulikov A.G., Turova E.A. Drinking mineral waters: problematic issues and prospects of use in treatment and rehabilitation. Problems of balneology, physiotherapy and exercise therapy. 2021; 98(6): 54–60. <https://doi.org/10.17116/kurort20219806154> (In Russ.).]
4. Ботвинева Л.А., Кайсинова А.С., Федорова Т.Е. и др. Питьевые минеральные воды в восстановительном лечении пациентов с метаболическим синдромом. Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2018; 17(1): 15–18. <https://doi.org/10.18821/1681-3456-2018-17-1-15-18> [Botvineva L.A., Kaisinova A.S., Fedorova T.E., et al. Drinking mineral water in restorative treatment of patients with metabolic syndrome. Russian Journal of Physiotherapy, Balneology and Rehabilitation. 2018; 17(1): 15–18. <https://doi.org/10.18821/1681-3456-2018-17-1-15-18> (In Russ.).]
5. Скворцов В.В., Луньков М.В., Кулинич А.В. и др. Минеральная вода как немедикаментозный способ в лечении синдрома раздраженного кишечника. Медицинский Совет. 2018; 3: 70–77. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2018-3-70-77> [Skvortsov V.V., Lunkov M.V., Kulich A.V., et al. Mineral water as non-medicamentous way in treatment of irritable bowel syndrome (IBS). Meditsinskiy sovet = Medical Council. 2018; 3: 70–77. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2018-3-70-77> (In Russ.).]
6. Иванчук М.Ю., Чалая Е.Н., Мухина С.Ю. и др. Метаболические эффекты минеральных вод. Медицинский вестник Юга России. 2012; 3: 74–76. [Ivanchuk M.Y., Chalaya E.N., Muhina S.Y., et al. Metabolic Effects of Mineral Water. Medical Herald of the South of Russia. 2012; (3): 74–76 (In Russ.).]

7. Рассулова М.А., Тальковский Е.М., Александрова О.Ю., Смирнов А.Н. Современные возможности медицинской реабилитации детей с хроническим запором. Вестник восстановительной медицины. 2020; 4 (98): 35–41. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2020-98-4-35-41> [Rassulova M.A., Talkovsky E.M., Alexandrova O.Yu., Smirnov A.N. Modern Opportunities of Medical Rehabilitation of Children with Chronic Constipation. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2020; 4 (98): 35–41. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2020-98-4-35-41> (In Russ.).]
8. Лазебник Л.Б., Голованова Е.В., Волель Б.А. и др. Функциональные заболевания органов пищеварения. Синдромы перекреста. Клинические рекомендации Российского Научного Медицинского Общества Терапевтов и Научного Общества Гастроэнтерологов России. Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2021; 192(8): 5–117. <https://doi.org/10.31146/1682-8658-ecg-192-8-5-117> [Lazebnik L.B., Golovanova E.V., Volel B.A., et al. Russian Scientific Medical Society of Internal Medicine; Gastroenterological Scientific Society of Russia. Functional gastrointestinal disorders. Overlap syndrome. Clinical guidelines. Experimental and Clinical Gastroenterology. 2021; 192(8): 5–117. <https://doi.org/10.31146/1682-8658-ecg-192-8-5-117> (In Russ.).]
9. Филимонов Р.М., Герасименко М.Ю. Минеральная вода как важный фактор нутритивной поддержки гомеостаза организма. Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2015; 8(120): 21–24. [Filimonov R.M., Gerasimenko M.Yu. Mineral water as an important factor in the nutritional support of body homeostasis. Experimental and Clinical Gastroenterology. 2015; 8(120): 21–24 (In Russ.).]
10. Казарин Д.Д., Шкляев А.Е., Горбунов Ю.В. Эффективность применения природной минеральной воды «Увинская» в комплексной эрадикации *Helicobacter pylori* у больных хроническим гастритом на фоне сахарного диабета 2-го типа. Практическая медицина. 2022; 20(3): 123–127. <https://doi.org/10.32000/2072-1757-2022-3-123-127> [Kazarin D.D., Shklyayev A.E., Gorbunov Yu.V. The effectiveness of the use of natural mineral water "Uvinskaya" in the complex eradication of *Helicobacter pylori* in patients with chronic gastritis against the background of type 2 diabetes mellitus. Practical medicine. 2022; 20(3): 123–127. <https://doi.org/10.32000/2072-1757-2022-3-123-127> (In Russ.).]
11. Шкляев А.Е., Казарин Д.Д. Мотилин и холецистокинин при функциональной диспепсии: единство и борьба противоположностей. Здоровье, демография, экология финно-угорских народов. 2022; 2: 36–41. [Shklyayev A.E., Kazarin D.D. Motilin and cholecystokinin in functional dyspepsia: unity and struggle of opposites. Health, demography, ecology of finno-ugric peoples. 2022; 2: 36–41 (In Russ.).]
12. Марьянович А.Т., Андреевская М.В. Единый механизм пептидной регуляции мозга и кишки. Российские биомедицинские исследования. 2020; 5(1): 3–11. [Maryanovich A.T., Andreevskaya M.V. A single mechanism of peptide regulation of the brain and intestine. Russian Biomedical Research. 2020; 5(1): 3–11 (In Russ.).]
13. Хавкин А.И., Гурина О.П., Деметьева Е.А. и др. Современные возможности лабораторной диагностики нарушений функций желудочно-кишечного тракта. Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2020; 178(6): 173–185. <https://doi.org/10.31146/1682-8658-ecg-178-6-173-185> [Khavkin A.I., Gurina O.P., Dementieva E.A., et al. Modern possibilities of laboratory diagnosis of disorders of the gastrointestinal tract. Experimental and Clinical Gastroenterology. 2020; 178(6): 173–185. <https://doi.org/10.31146/1682-8658-ecg-178-6-173-185> (In Russ.).]
14. Ефимцева Э.А., Челпанова Т.И. Пищевые волокна как модуляторы секреции гастроинтестинальных гормональных пептидов. Вопросы питания. 2021; 90(4): 20–35. <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2021-90-4-20-35> [Efimtseva E.A., Chelpanova T.I. Dietary fiber as modulators of gastrointestinal hormonal peptide secretion. Problems of Nutrition. 2021; 90(4): 20–35. <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2021-90-4-20-35> (In Russ.).]
15. Riezzo G., Chimienti G., Clemente C., et al. Colonic Transit Time and Gut Peptides in Adult Patients with Slow and Normal Colonic Transit Constipation. Biomed Res. Int. 2017; 2017: 3178263. <https://doi.org/10.1155/2017/3178263>
16. Ливзан М.А., Бордин Д.С., Гаус О.В., Лисовский М.А. Прокинетики: роль в терапии больного ГЭРБ. РМЖ. Медицинское обозрение. 2023; 7(5): 283–291. <https://doi.org/10.32364/2587-6821-2023-7-5-6> [Livzan M.A., Bordin D.S., Gaus O.V., Lisovsky M.A. Prokinetics: the role in the therapy of a patient with GERD. Russian Medical Inquiry. 2023; 7(5): 283–291. <https://doi.org/10.32364/2587-6821-2023-7-5-6> (In Russ.).]
17. Кузнецов К.О., Михеева А.Ю., Ишмухаметова А.А. и др. Диабетическая гастроэнтеропатия: современные методы диагностики и лечения. Проблемы эндокринологии. 2022; 68(5): 67–78. <https://doi.org/10.14341/probl13082> [Kuznetsov K.O., Mikheeva A.J., Ishmukhametova A.A., et al. Diabetic gastroenteropathy: modern methods of diagnosis and treatment. Problems of Endocrinology. 2022; 68(5): 67–78. <https://doi.org/10.14341/probl13082> (In Russ.).]

## Сравнительная оценка биосовместимости губок на основе различных солей хитозана *in vitro*

 Волкова М.В.<sup>1,2,\*</sup>,  Ковалевский Я.Б.<sup>2</sup>,  Ерёмин П.С.<sup>1</sup>,  Демченко К.Н.<sup>3</sup>,  
 Гильмутдинова И.Р.<sup>1</sup>,  Марков П.А.<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup> ООО «Химическая компания «Орион»», Санкт-Петербург, Россия

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

### РЕЗЮМЕ

**ВВЕДЕНИЕ.** Актуальность исследования обусловлена увеличением количества повреждений кожных покровов человека в результате чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Среди природных полимеров, широко используемых для изготовления раневых повязок, применяют хитозан, но его плохая растворимость является технологическим и биологическим ограничением для его эффективного включения и применения в качестве компонента раневых покрытий. Одним из способов решения проблемы является модификация хитозана гликолевой, молочной или аскорбиновой кислотами. Для эффективного и адекватного применения химических модификаций хитозана в качестве материала для раневых покрытий требуется оценить их биосовместимость.

**ЦЕЛЬ.** Оценка цитотоксичности и гемостатических свойств губок на основе хитозана, модифицированного гликолевой, молочной и аскорбиновой кислотами, *in vitro*.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** Губки на основе водорастворимых солей хитозана предоставлены ООО «Химическая компания «Орион»». Биосовместимость полученных изделий оценивали на культуре мезенхимальных стволовых клеток, используя для этого методы световой и люминесцентной микроскопии. Метаболическую активность клеток (МТТ-тест) и сорбционные свойства биоматериалов оценивали методом спектрофотометрии.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** Губки из гликолата или лактата хитозана обеспечивают приживаемость большинства адгезированных клеток, в то время как губки из аскорбата хитозана ингибируют жизнеспособность и рост клеток. Выявлено, что губки из гликолата хитозана обладают наибольшей сорбционной емкостью по крови и способны поглощать свыше 700 мкл крови/см<sup>3</sup>. Губки из лактата хитозана и аскорбата хитозана демонстрируют сорбционную емкость на уровне 250 мкл крови/см<sup>3</sup>.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** По результатам исследований для дальнейшей разработки ранозаживляющих покрытий могут быть использованы губки из гликолата или лактата хитозана, обладающие хорошей биосовместимостью *in vitro*. Кроме того, губки из гликолата хитозана могут быть использованы в качестве высокоэффективных гемостатических материалов. Губки из аскорбата хитозана требуют дальнейшей доработки и отдельного изучения.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** гликолат хитозана, лактат хитозана, аскорбат хитозана, цитотоксичность, гемостатические свойства

**Для цитирования / For citation:** Волкова М.В., Ковалевский Я.Б., Ерёмин П.С., Демченко К.Н., Гильмутдинова И.Р., Марков П.А. Сравнительная оценка биосовместимости губок на основе различных солей хитозана *in vitro*. Вестник восстановительной медицины. 2024; 23(6):45-53. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-6-45-53> [Volkova M.V., Kovalevsky Ya.B., Eremin P.S., Demchenko K.N., Gilmudtinova I.R., Markov P.A. Comparative Evaluation of the Biocompatibility of Sponges Based on Different Chitosan Salts *in vitro*. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(6):45-53. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-6-45-53> (In Russ.).]

\* Для корреспонденции: Волкова Марина Викторовна, E-mail: [biotech.volkova@list.ru](mailto:biotech.volkova@list.ru)

Статья получена: 20.09.2024

Статья принята к печати: 04.10.2024

Статья опубликована: 16.12.2024

# Comparative Evaluation of the Biocompatibility of Sponges Based on Different Chitosan Salts *in vitro*

 Marina V. Volkova<sup>1,2,\*</sup>,  Yan B. Kovalevsky<sup>2</sup>,  Petr S. Eremin<sup>1</sup>,  Konstantin N. Demchenko<sup>3</sup>,  
 Ilmira R. Gilmutdinova<sup>1</sup>,  Pavel A. Markov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Chemical company "Orion" LTD, Saint-Petersburg, Russia

<sup>3</sup> S.M. Kirov Military Medical Academy, Saint-Petersburg, Russia

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** The relevance of the study is due to the increase in the number of human skin lesions as a result of natural and man-made emergencies. Among the natural polymers widely used for the manufacture of wound dressings is chitosan, but its poor solubility is a technological and biological limitation for its effective inclusion and use as a component of wound dressings. One way to solve the problem is to modify chitosan with glycolic, lactic or ascorbic acids. For effective and adequate use of chemical modifications of chitosan as a material for wound dressings, it is necessary to evaluate their biocompatibility.

**AIM.** *In vitro* assessment of the cytotoxicity and hemostatic properties of sponges based on chitosan modified with glycolic, lactic and ascorbic acids.

**MATERIALS AND METHODS.** Sponges based on water-soluble chitosan salts were provided by Chemical Company "Orion" LTD. The biocompatibility of the obtained products was assessed on the culture of mesenchymal stem cells, using light and fluorescent microscopy. The metabolic activity of the cells (MTT-test) and the sorption properties of the biomaterials were assessed by spectrophotometry.

**RESULTS AND DISCUSSION.** Chitosan glycolate or chitosan lactate sponges ensure the survival of most adherent cells, while chitosan ascorbate sponges inhibit cell viability and growth. It was found that chitosan glycolate sponges have the highest blood sorption capacity and are capable of absorbing over 700  $\mu\text{l}$  of blood/ $\text{cm}^3$ . Chitosan lactate and chitosan ascorbate sponges demonstrate a sorption capacity of 250  $\mu\text{l}$  of blood/ $\text{cm}^3$ . However, the ascorbate-based material inhibits the metabolic activity of cells.

**CONCLUSION.** Based on the research results, sponges made of chitosan glycolate or lactate, which have good biocompatibility *in vitro*, can be used for further development of wound-healing coatings. In addition, sponges made of chitosan glycolate can be used as highly effective hemostatic materials. Sponges made of chitosan ascorbate require further development and separate study.

**KEYWORDS:** chitosan glycolate, chitosan lactate, chitosan ascorbate, cytotoxicity, hemostatic properties

**For citation:** Volkova M.V., Kovalevsky Ya.B., Eremin P.S., Demchenko K.N., Gilmutdinova I.R., Markov P.A. Comparative Evaluation of the Biocompatibility of Sponges Based on Different Chitosan Salts *in vitro*. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(6):45-53. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-6-45-53> (In Russ.).

\* **For correspondence:** Marina V. Volkova, biotech.volkova@list.ru

**Received:** 20.09.2024

**Accepted:** 04.10.2024

**Published:** 16.12.2024

## ВВЕДЕНИЕ

Раневые повязки в виде губок остаются одним из наиболее удобных типов повязок. Такой тип раневых покрытий благодаря высокой степени пористости и большой удельной поверхности обеспечивает газопроницаемость и абсорбцию раневого экссудата. При этом губчатые повязки обладают достаточной прочностью и защищают рану от инфицирования и обезвоживания [1]. Одним из популярных биополимеров, уже используемых для изготовления biomaterialов медицинского назначения, является хитозан. Данный полимер применяют для регенерации кожи и костей, также он находит применение в тканевой инженерии [2].

Результаты исследований показывают, что хитозан способен вовлекаться в регенеративные процессы. Так, на начальных стадиях biomaterialы из хитозана не только способствуют остановке кровотечений, но и поддерживают инфильтрацию раневой полости нейтрофилами и макрофагами. Это помогает самоочищению раны от инородных тел и способствует формированию грануляционной ткани [3]. Показано, что хитозан регулирует экспрессию факторов роста, задейство-

ванных в процессе заживления, стимулирует процессы регенерации и способствует уменьшению количества рубцовой ткани на завершающей стадии заживления [4, 5]. Еще одним немаловажным преимуществом хитозана являются его антибактериальные и противогрибковые свойства, которые также способствуют эффективному восстановлению поврежденных тканей [6, 7]. Различные лекарственные формы, содержащие в своем составе хитозан, успешно прошли клинические испытания, в том числе при лечении хронических ран, в частности, диабетической стопы [8].

Кроме биологических свойств хитозан имеет и технологические преимущества, например, он легче подвергается обработке, из него можно изготавливать гидрогели, пленки, волокна и губки. Хитозановые губки имеют типичную пористую структуру и обладают высокой сорбционной способностью [9]. Однако, как известно, хитозан нерастворим в воде, поэтому для получения губчатых структур требуется предварительное его растворение в кислотах, а затем проведение нейтрализации щелочью, что усложняет технологический процесс.

Одним из способов решения проблемы растворимости хитозана является его химическая модификация и его перевод в форму соли [10, 11]. Ранее была показана перспективность данного направления. Так, например, лактат хитозана, наряду с сохранением гемостатических и антибактериальных свойств, приобретает способность растворяться в воде [12–14].

Медицинское применение водорастворимых модификаций хитозана не ограничивается использованием только солей молочной кислоты. Например, перспективной водорастворимой солью может выступать гликолат хитозана. Гликолевая кислота широко используется в косметологии. Кроме того, гликолевая и молочная кислоты являются гидроксильными кислотами схожего размера и имеют похожее поведение при химическом взаимодействии с хитозаном [15].

Кроме молочной и гликолевой кислот для получения водорастворимой формы хитозана может использоваться и аскорбиновая кислота. В пользу перспективности ее использования можно сказать, что аскорбиновая кислота способствует пролиферации клеток и синтезу коллагена. Кроме того, витамин С предотвращает образование рубцов и улучшает функциональность кожного барьера [16, 17].

Для безопасного и эффективного применения водорастворимых модификаций хитозана в качестве материалов для изготовления ранозаживляющих покрытий требуется проведение ряда исследований по оценке биосовместимости производных хитозана с учетом их физико-химических особенностей.

## ЦЕЛЬ

Оценка биологического влияния губок на основе хитозана, модифицированного гликолевой, молочной и аскорбиновой кислотами, *in vitro*.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

### Материалы

Губки на основе водорастворимых солей хитозана разработаны и предоставлены ООО «Химическая компания «Орион» и представляют собой пористые структуры, полученные путем лиофильного высушивания.

В работе использовали культуры мультипотентных мезенхимальных стволовых клеток (ММСК) человека, приобретенные в ООО «Биолот» (г. Санкт-Петербург). Для культивирования клеток использовали питательную среду следующего состава: DMEM/F12 (Biowest, Франция), содержащая 10 % FBS (Biowest, Франция).

### Методы

Оценку скорости сорбции и емкости проводили по разработанному для гемостатических губок методикам [18]. Образец площадью 0,5 × 0,5 см инкубировали с 0,2 мл цельной крови, содержащей антикоагулянт (3,8 % цитрат натрия: кровь 1 : 9), в течение 3 или 10 минут. Затем к суспензии осторожно добавляли 1,7 мл деионизированной воды. Жидкую фракцию отбирали и разбавляли дополнительно в 2 раза. Расчеты проводили относительно образца крови, приготовленного аналогичным образом, но без инкубирования ( $OD_{\text{кровь}}$ ). Поглощение растворов определяли при длине волны 540 нм с помощью спектрофотометра FlexA-200

(Allsheng, Китай). Произведен расчет количества абсорбированных эритроцитов по формуле:

$$\Gamma(\%) = 100 - \frac{OD_{\text{образец}}}{OD_{\text{кровь}}} \times 100$$

где OD — значение оптической плотности при 540 нм.

Затем процент абсорбированных эритроцитов был пересчитан в объем поглощенной крови на объем губки.

Оценку адгезивных свойств ММСК характеризовали по количеству и морфологии клеток, прикрепившихся к образцу материала. Для этого фрагменты исследуемых образцов размером 1 × 1 см помещали в 6-луночный планшет и предварительно инкубировали в 5 мл питательной среды в течение суток при комнатной температуре. Среда удаляли и на образцы наносили 100 мкл суспензии ММСК ((4 × 10<sup>5</sup>)–(5 × 10<sup>5</sup>) клеток/мл). Для улучшения визуализации клетки были предварительно окрашены витальным флуоресцентным красителем PKH-26 (Sigma, США). Через 30 минут после нанесения клеток в лунки внесли питательную среду в объеме 5 мл. ММСК с образцами инкубировали 24 ч в стандартных условиях (37 °C, 5 % CO<sub>2</sub>). Затем образцы извлекали и промывали от неадгезированных клеток. С использованием световой и люминесцентной микроскопии оценивали количество и морфометрические характеристики ММСК. Количество повторов для каждого образца — 3 шт.

Оценку цитотоксичности на клеточной культуре мезенхимальных стволовых клеток проводили с помощью метаболической активности клеток (МТТ-тест) [18]. Губки нарезали на фрагменты размером 1 × 1 см, часть образцов взвешивали для определения средней массы, другую часть образцов инкубировали в питательной среде в течение 24 часов при температуре 37 °C. Параллельно клеточную суспензию (10<sup>6</sup> кл/мл) вносили в 96-луночный планшет (100 мкл) и в 6-луночный планшет (1 мл), после чего в лунки добавляли эквивалентный объем питательной среды. Через сутки отбирали кондиционированную питательную среду от исследуемых образцов и делали разведения из расчета от 10 до 0,5 мг/мл. По 100 мкл исследуемой питательной среды вносили в лунки 96-луночного планшета к клеткам, предварительно удалив питательную среду, в которой они росли. Каждую концентрацию делали в 4 повторах. Непосредственно образцы после предварительной инкубации в среде переносили в лунки 6-луночного планшета. ММСК культивировали с питательной средой, содержащей экстрагируемые компоненты губок, или непосредственно с губками в течение 24 часов. Затем питательную среду удаляли и вносили 0,5 мг/мл МТТ (Panreac Applichem, Испания) в объеме 100 мкл в 96-луночный планшет или 300 мкл в 6-луночный планшет. Инкубировали при 37 °C в течение 3 часов в среде 5 % CO<sub>2</sub>. После питательную среду удаляли, а образовавшийся в клетках формазан растворяли в 200 или 500 мкл диметилсульфоксида (Sigma-Aldrich, США) в 96- или 6-луночном планшете. Измерение проводили на спектрофотометре ClarioStar (BMG, Германия) при длине волны 560 нм с референсом 650 нм.

При статистической обработке данных вычисляли среднее арифметическое значение (M) и среднее квадратичное отклонение (σ). Достоверность различий оценивалась по *t*-критерию Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Губки из аскорбата, лактата и гликолата хитозана представляют собой пористые объемные структуры коричневого или молочного цвета соответственно (рис. 1). Физико-химические характеристики образцов представлены в таблице 1.

Исследуемые материалы рассматриваются в качестве потенциальных раневых покрытий, поэтому они должны обладать как биосовместимостью, так и способностью сорбировать кровь и раневой экссудат.

Установлено, что губки из различных солей хитозана отличаются по способности абсорбировать эритроциты крови. Наибольшая емкость установлена для изделий на основе гликолата хитозана, свыше

700 мкл/см<sup>3</sup> (табл. 1). При этом скорость, выражаемая в качестве доли объема, сорбируемого изделием за 3 минуты по отношению к общей емкости, для гликолата хитозана наименьшая среди образцов (табл. 1). Значительных отличий между лактатом и аскорбатом по критерию сорбции крови не установлено. Оба образца поглощают свыше 200 мкл/см<sup>3</sup>, при этом около 50 % своей емкости связывают в первые 3 минуты (табл. 1).

При этом стоит отметить, что сорбционная емкость по воде и по крови — это разные характеристики. Гликолат хитозана обладает наименьшей емкостью по воде, но способен поглощать значительно больше биологической жидкости, в частности, крови, чем лак-



Рис. 1. Внешний вид губок из аскорбата (А), гликолата (В) и лактата (С) хитозана размером 1х1 см<sup>2</sup>  
Fig. 1. Appearance of sponges made of ascorbate (A), glycolate (B) and lactate (C) chitosan size 1x1 cm<sup>2</sup>

Таблица 1. Физико-химическая характеристика образцов  
Table 1. Physical and chemical characteristics of the samples

| Показатель / Parameter                                                                                                               | Значение / Value                       |                                        |                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------|
|                                                                                                                                      | Аскорбат хитозана / Ascorbate chitosan | Гликолат хитозана / Glycolate chitosan | Лактат хитозана / Lactate chitosan |
| Толщина, мм / Thickness, mm                                                                                                          | 0,5–0,6                                | 0,3 – 0,4                              | 0,4 – 0,5                          |
| Плотность (20 °С), г/см <sup>3</sup> / Density (20 °C), g/cm <sup>3</sup>                                                            | 0,16–0,18                              | 0,25 – 0,29                            | 0,22 – 0,26                        |
| рН                                                                                                                                   | 4,5–5,0                                | 4,3–4,7                                | 4,2–4,8                            |
| Сорбционная емкость по воде, г/см <sup>3</sup> / Sorption capacity for water, g/cm <sup>3</sup>                                      | 1,0–1,2                                | 0,5–1,7                                | 2,0–3,0                            |
| Сорбционная емкость по крови, мкл/см <sup>3</sup> / Sorption capacity for blood, mkl/cm <sup>3</sup>                                 | 220–354                                | 721–917                                | 220–280                            |
| Скорость сорбции (доля объема крови, сорбируемая за 3 минуты), % / Sorption rate (proportion of blood volume sorbed in 3 minutes), % | 35–55                                  | 9–37                                   | 46–68                              |

тат или аскорбат хитозана. Тем не менее все материалы обладают потенциалом применения с целью удаления избытка раневого экссудата и крови.

Удаление избытка раневого экссудата и поддержание кондиционированной среды в раневой полости соответствует общим стратегиям, способствующим заживлению ран [19]. Кроме того, стимуляция гемостаза и очистка ран являются условием предотвращения возникновения и развития инфекций. Известно, что хитозан является катионным полимером, благодаря чему он способен взаимодействовать с клетками и белками, в первую очередь, сорбируя их. Положительное действие хитозана на заживление ран показано во многих исследованиях [3, 20].

Таким образом, полученные результаты указывают на то, что разработанные материалы не уступают по сорбционным свойствам губкам, изготовленным из немодифицированного хитозана.

Биосовместимость материалов определяли путем инкубации образцов с клеточными культурами ММСК. На первом этапе оценивали ответ клеток на взаимодействие с поверхностью биоматериалов.

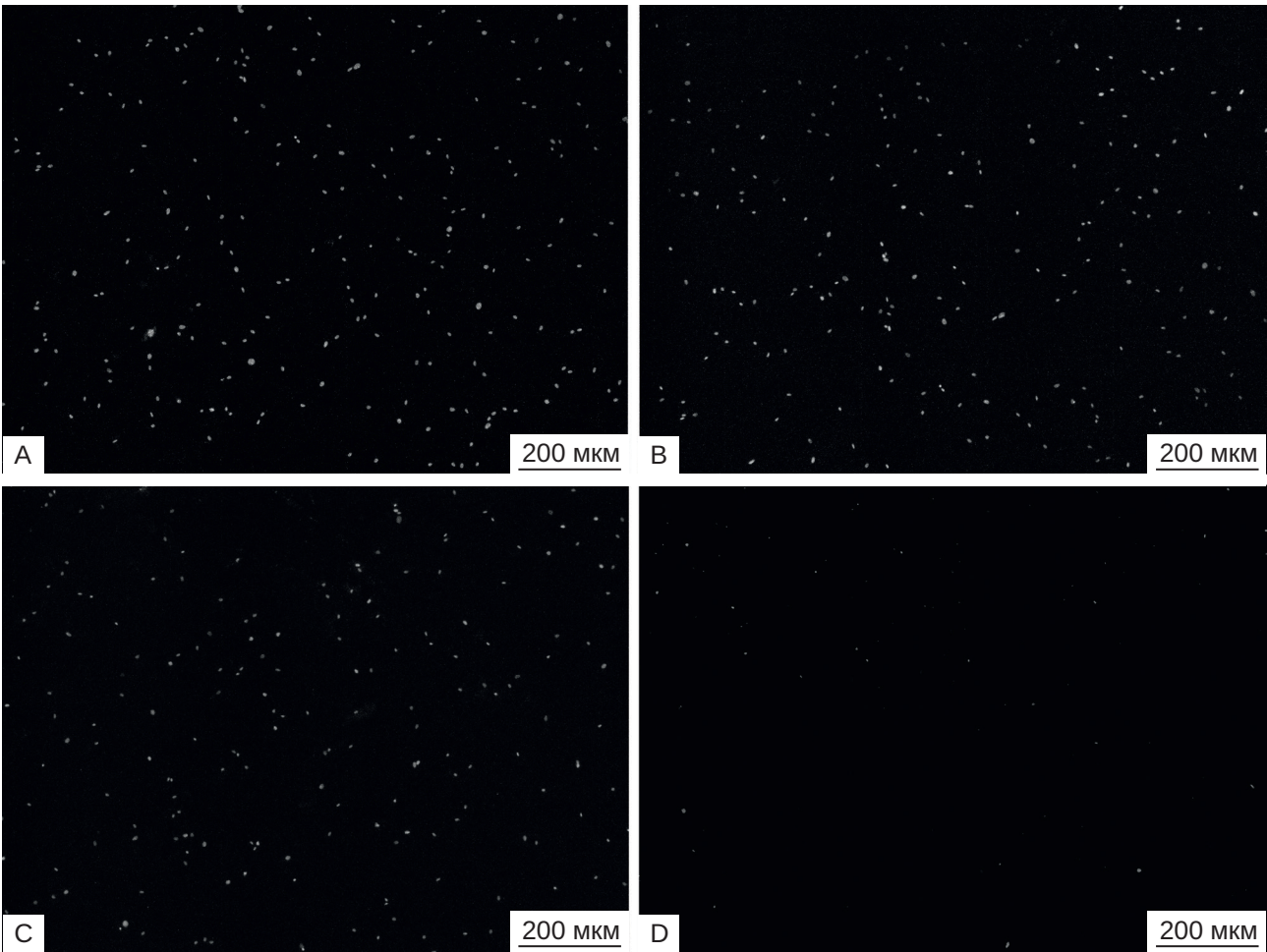
Хорошо известно, что адгезия клеток к субстрату играет важную роль во многих процессах, связанных с репаративной регенерацией тканей, включая мигра-

цию и пролиферацию, а также ангиогенез [13, 21, 22]. Установлено, что через 24 часа инкубации количество клеток, адгезированных на поверхности губок из гликолата хитозана и лактата хитозана, сопоставимо с контролем (рис. 2, 4А). Выявлено, что губки из аскорбата хитозана не поддерживают клеточную адгезию, количество клеток составляет менее 20 % от контрольных значений (рис. 2, 4А).

Оценка морфометрических характеристик клеток, инкубированных в присутствии биоматериалов, также показала, что губки из гликолата хитозана и лактата хитозана не оказывают ингибирующего действия на рост и трансформацию клеток (рис. 3, 4В). Как и ожидалось, биоматериалы из аскорбата хитозана ингибируют жизнеспособность клеточной культуры ММСК (рис. 3, 4В).

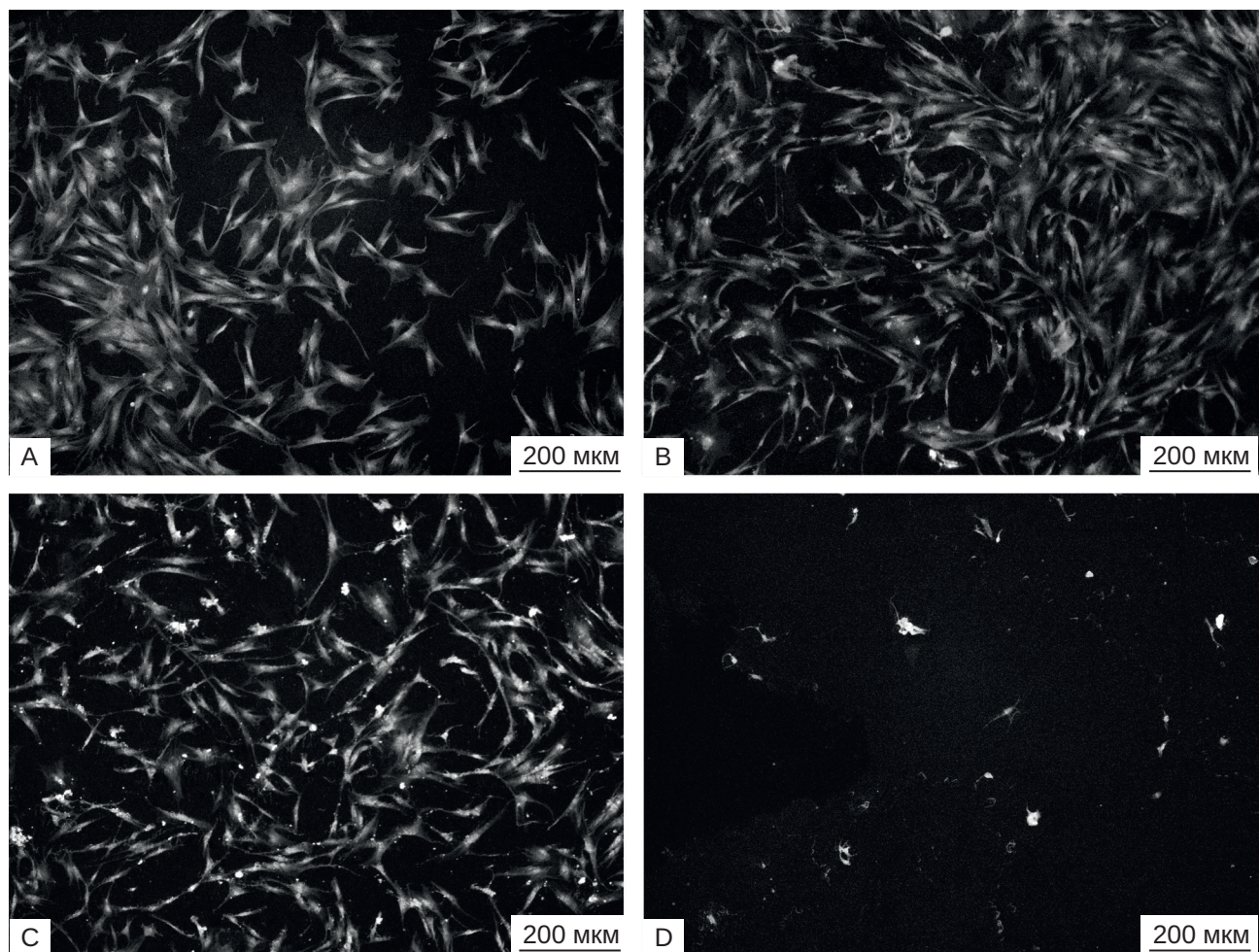
Данные микроскопического исследования показывают, что губки из гликолата и лактата хитозана не оказывают ингибирующего действия на адгезию и рост клеток. Губки из аскорбата хитозана ингибируют адгезию и рост клеток, в связи с чем оценка их влияния на метаболическую активность клеток методом МТТ-теста не проводилась.

Таким образом, модификация хитозана гликолевой или молочной кислотами не приводит к повышению токсичности материала. Также, как и другие изделия

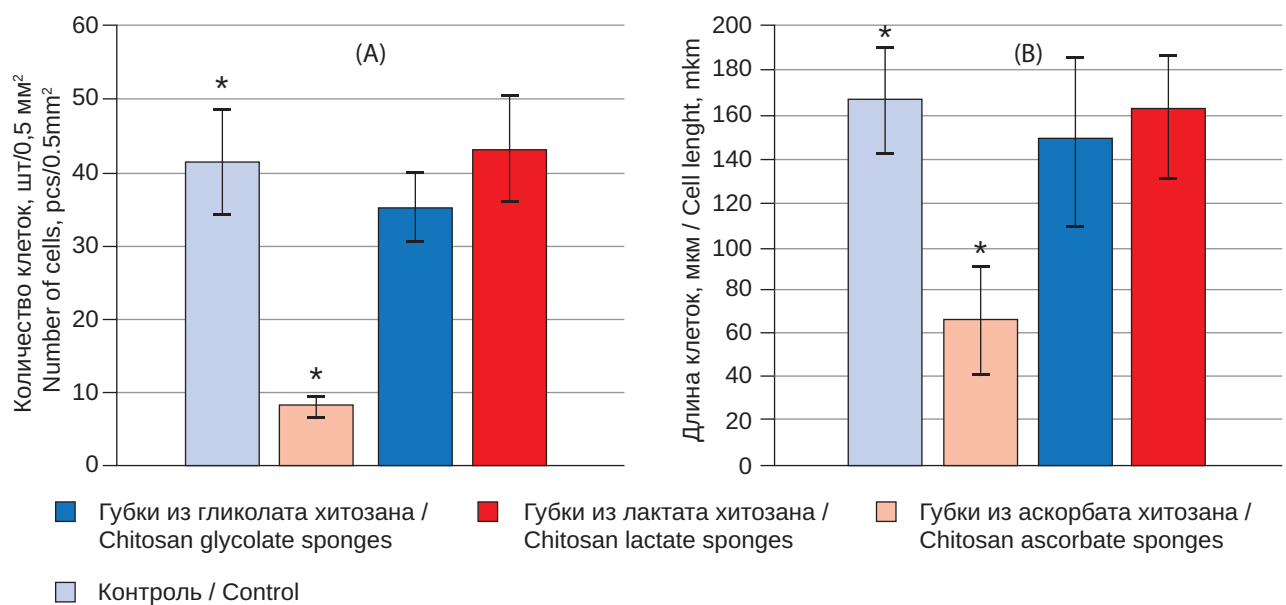


**Рис. 2.** Фото клеток, окрашенных DAPI, через 12 часов инкубации: А — контроль, В — гликолат хитозана, С — лактат хитозана, D — аскорбат хитозана. Шкала 200 мкм

**Fig. 2.** The photo of cells stained with DAPI after a 12 h of incubation: A — control, B —chitosan glycolate, C — chitosan lactate, D — chitosan ascorbate. Scale bar 200  $\mu$ m



**Рис. 3.** Фото клеток, окрашенных родамином, через 24 часа инкубации: А — контроль, В — гликолат хитозана, С — лактат хитозана, D — аскорбат хитозана. Шкала 200 мкм  
**Fig. 3.** The photo of cells stained with rhodamine after a 24 h of incubation: A — control, B —chitosan glycolate, C — chitosan lactate, D — chitosan ascorbate. Scale bar 200 μm



**Рис. 4.** Результаты микроскопии: количество клеток, адгезированных на материале в течение 12 ч (А). Длина клеток через сутки инкубации в интактной питательной среде и в средах с экспериментальными образцами (В). Данные представлены в виде среднего ± SD,  $n = 10$ , \* —  $p < 0,05$  по сравнению с количеством или длиной клеток в контроле  
**Fig. 4.** Microscopy results: the number of cells adhered to the material during the first day (A), as well as the length of the cells after one day of incubation in an intact nutrient medium or in media with experimental samples (B). Data are presented as mean ± SD,  $n = 10$ , \* —  $p < 0.05$  compared to the number or length of cells in the control

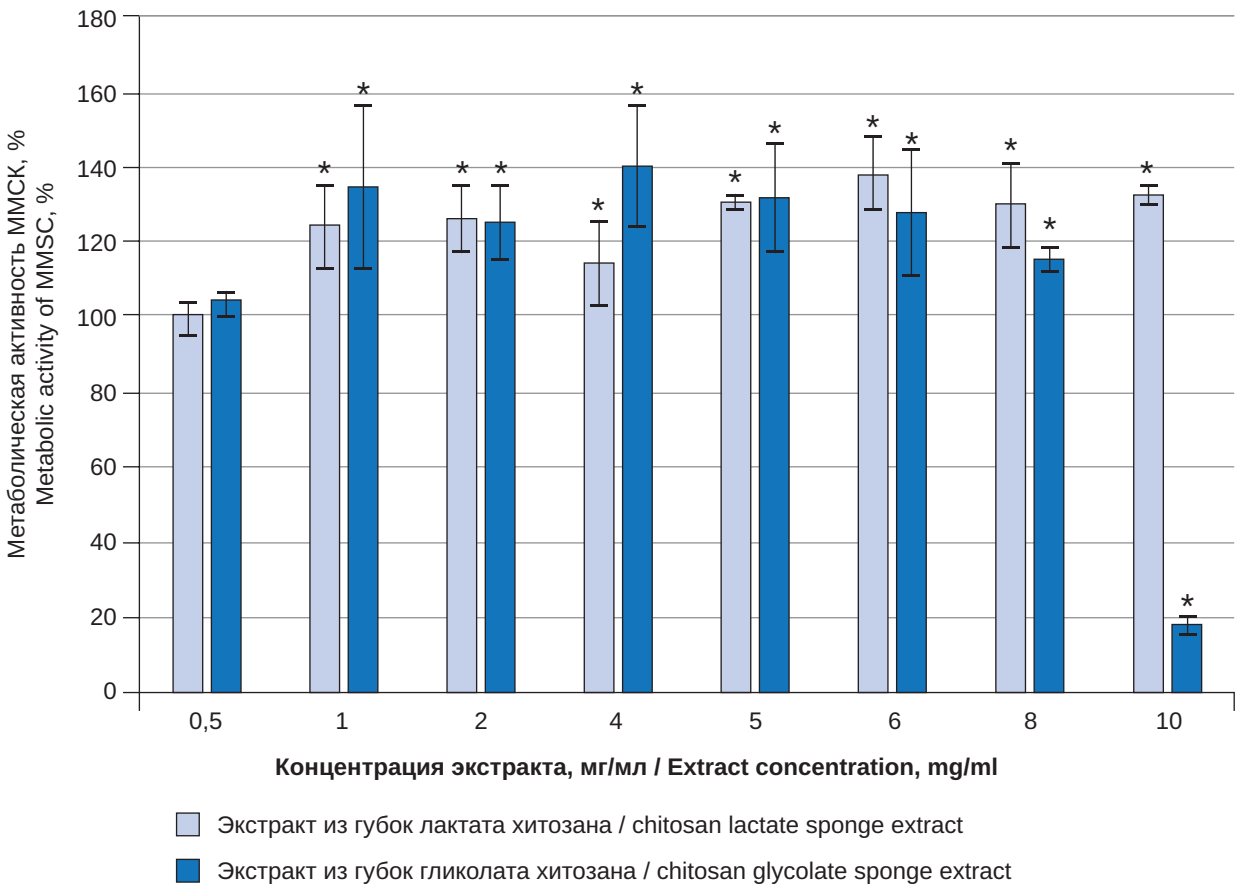
на основе хитозана [23, 24], модифицированные гликолевой и молочной кислотой хитозановые губки способствуют прикреплению клеток и не вызывают их гибели. Негативное влияние аскорбата хитозана на клеточную культуру может быть обусловлено избытком остатков аскорбиновой кислоты, которые в высокой концентрации могут оказывать цитотоксическое действие [25].

Культивирование клеток с губками из лактата или гликолата хитозана, которые предварительно были инкубированы в течение суток в питательной среде, не показало изменений в метаболической активности ММСК: для губок из гликолата хитозана она составила  $(101 \pm 6) \%$ , для губок из лактата хитозана —  $(98 \pm 4) \%$  по сравнению с контролем (100 %). Следует отметить, что применение губок в качестве ранозаживляющих покрытий не подразумевает предварительной подготовки изделий перед их нанесением на раневую поверхность. В связи с этим важно оценить и цитотоксичность компонентов, которые экстрагируются из материала. С этой целью дополнительно изучено влияние на метаболическую активность кондиционированных питательных сред, которые были получены в ходе предварительной инкубации образцов в питательной среде.

Исследование влияния на метаболическую активность губок из гликолата хитозана показало, при кон-

центрации 10 мг/мл наблюдается гибель свыше 80 %, что соответствует сильному цитотоксическому действию. При этом разбавление кондиционированной питательной среды до 8 мг/мл и менее демонстрирует значительное влияние на метаболическую активность клеток (рис. 5). Это может быть обусловлено тем, что при концентрации 10 мг/мл визуально отмечается высокая кислотность среды, а при дальнейшем разбавлении значения pH повышается до стандартного 7,0–7,5. Губки из лактата хитозана демонстрируют пролиферативный эффект во всем диапазоне исследуемых концентраций, несмотря на то что при концентрации 10 мг/мл также отмечается высокая кислотность среды. Повышение метаболической активности ММСК может быть обусловлено экстракцией биологически активных компонентов из состава губок как самого хитозана, так и соответствующих кислотных остатков.

Таким образом, полученные результаты показывают, что модификация хитозана молочной и гликолевой кислотой не снижает биосовместимость биоматериалов. Влияние лактат- и гликолат-модифицированных форм хитозана на метаболическую активность клеток сопоставимо с ранее изученными и уже применяемыми в медицинской практике гемостатическими пластырями на основе хитина, например Beschitin (Unitika), Syvek Patch (Marine Polymer Technologies), Chitopoly (Fuji Spinning) и др. [26].



**Рис. 5.** Метаболическая активность ММСК после инкубации с экстрактами губок из лактата или гликолата хитозана. Данные представлены в виде среднего  $\pm$  SD,  $n = 5$ . \* —  $p < 0,05$  по сравнению с метаболической активностью клеток в контроле

**Fig. 5.** Metabolic activity of MMSC after incubation with sponge extract from chitosan lactate or glycolate chitosan. The data are presented as the mean  $\pm$  SD,  $n = 5$ . \* —  $p < 0.05$  compared to the metabolic activity of cells in the control

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Каждый новый материал, предназначенный для использования в биомедицинской сфере, должен быть досконально изучен с целью оценки его цитотоксичности и биосовместимости. Каждая новая модификация материалов, используемых в клинической практике, может изменить их цитотоксическую активность. Поэтому в данном исследовании оценивали влияние модифицированных водорастворимых форм хитозана — лактата, гликолата и аскорбата хитозана на гемостатические свойства и цитотоксичность.

В проведенной работе было установлено, что губки из лактата или гликолата хитозана обладают хорошей биосовместимостью и поддерживают жизнеспособность

ММСК. Кроме того, найдено, что экстракты губок оказывают стимулирующее действие на метаболическую активность ММСК. Согласно полученным результатам, можно утверждать, что губки из гликолата или лактата хитозана являются перспективными изделиями для дальнейшей разработки ранозаживляющих покрытий. Для подтверждения терапевтической эффективности необходимо проведение дальнейших экспериментов *in vivo*.

В то же время неожиданной оказалась выявленная цитотоксичность губок из аскорбата хитозана. Поэтому, несмотря на хорошие сорбционные характеристики, их использование в качестве компонентов раневых покрытий на сегодня без проведения дополнительных исследований не рекомендуется.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Волкова Марина Викторовна**, кандидат биологических наук, научный сотрудник, отдел биомедицинских технологий, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России; заместитель генерального директора по науке и разработкам, ООО «Химическая компания “Орион”».

E-mail: biotech.volkova@list.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5966-3026>

**Ковалевский Ян Борисович**, генеральный директор, ООО «Химическая компания “Орион”».

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-8561-5040>

**Ерёмин Петр Серафимович**, научный сотрудник лаборатории клеточных технологий, отдел биомедицинских технологий, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8832-8470>

**Демченко Константин Николаевич**, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории (военной хирургии), научно-исследовательский центр, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5437-1163>

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

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

**Марков Павел Александрович**, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, отдел биомедицинских

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

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4803-4803>

**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: Волкова М.В. — научное обоснование, проведение экспериментов, подготовка рукописи; Ковалевский Я.Б. — научное обоснование, проведение экспериментов; Ерёмин П.С. — проведение экспериментов; Демченко К.Н. — проведение экспериментов; Гильмутдинова И.Р. — редактирование текста статьи; Марков П.А. — анализ данных, редактирование текста статьи.

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

**Конфликт интересов.** Ковалевский Я.Б. — генеральный директор ООО «Химическая компания “Орион”», Волкова М.В. — заместитель генерального директора по науке и разработкам ООО «Химическая компания “Орион”». Остальные авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

## ADDITIONAL INFORMATION

**Marina V. Volkova**, Ph.D. (Biol.), Researcher, Department of Biomedical Technologies, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Deputy General Director for Science and Development, Chemical company “Orion” LTD.

E-mail: biotech.volkova@list.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5966-3026>

**Yan B. Kovalevsky**, General Director, Chemical company “Orion” LTD.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-8561-5040>

**Petr S. Eremin**, Researcher, Laboratory of Cellular Technologies, Department of Biomedical Technologies,

National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8832-8470>

**Konstantin N. Demchenko**, Ph.D. (Med.), Senior Researcher, Research Laboratory (Military Surgery) Research Center, S.M. Kirov Military Medical Academy.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5437-1163>

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

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

**Pavel A. Markov**, Ph.D. (Biol.), Leading Researcher, Department

of Biomedical Technologies, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4803-4803>

**Author Contributions.** All authors confirm their authorship in accordance with the international ICMJE (all authors made significant contributions to the concept, study design and preparation of the article, read and approved the final version before publication). Special contribution: Volkova M.V. — conceptualization, investigation, writing; Kovalevsky Ya.B. — conceptualization, investigation; Eremin P.S. — investigation; Demchenko K.N. — investigation; Gilmudinova I.R. —

review and editing; Markov P.A. — data analysis, review and editing.

**Funding.** The authors declare no external funding in the conduct of the study.

**Disclosure.** Kovalevsky Ya.B. — General Director of Chemical company “Orion” LTD, Volkova M.V. — Deputy General Director for Science and Development of Chemical company “Orion” LTD. Other authors declare no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

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

# Список литературы / References

1. Hao Y., Zhao W., Zhang L., et al. Bio-multifunctional alginate/chitosan/fucoidan sponges with enhanced angiogenesis and hair follicle regeneration for promoting full-thickness wound healing. *Materials & Design*. 2020; 193: 108863. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2020.108863>
2. Alaribe F.N., Manoto S.L., Motaung S.C.K.M. Scaffolds from biomaterials: advantages and limitations in bone and tissue engineering. *Biologia*. 2016; 71 (4): 353–366. <https://doi.org/10.1515/biolog-2016-0056>
3. Xu X., Zeng Y., Chen Z., et al. Chitosan-based multifunctional hydrogel for sequential wound inflammation elimination, infection inhibition, and wound healing. *International journal of biological macromolecules*. 2023; 235: 123847. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.123847>
4. Парамонов Б.А., Антонов С.Ф., Абрамов Н.А. и др. Влияние имплантируемых коллаген-хитозановых и желатин-хитозановых губок на состояние организма крысы: экспериментальное исследование. Ученые записки СПбГМУ им. И.П. Павлова. 2012; 19(3): 77–81. [Paramonov B.A., Antonov S.F., Abramov N.A., et al. The effect of collagen-chitosan and gelatin-chitosan sponges on general condition of rats. *The Scientific Notes of the Pavlov University*. 2012; 19(3): 77–81 (In Russ.).]
5. Patrulea V., Ostafe V., Borchard G., et al. Chitosan as a starting material for wound healing applications. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*. 2015; 97: 417–426. <https://doi.org/10.1016/j.ejpb.2015.08.004>
6. Maged A., Abdelkhalik A.A., Mahmoud A.A., et al. Mesenchymal stem cells associated with chitosan scaffolds loaded with rosuvastatin to improve wound healing. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2019; 127: 185–198. <https://doi.org/10.1016/j.ejps.2018.11.002>
7. Nicholas M.N., Jeschke M.G., Amini-Nik S. Methodologies in creating skin substitutes. *Cellular and molecular life sciences*. 2016; 73: 3453–3472. <https://doi.org/10.1007/s00018-016-2252-8>
8. Bardill J.R., Laughter M.R., Stager M., et al. Topical gel-based biomaterials for the treatment of diabetic foot ulcers. *Acta biomaterialia*. 2022; 138: 73–91. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2021.10.045>
9. Han F., Dong Y., Su Z., et al. Preparation, characteristics and assessment of a novel gelatin–chitosan sponge scaffold as skin tissue engineering material. *International Journal of Pharmaceutics*. 2014; 476(1–2): 124–133. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2014.09.036>
10. Zhu Y., Zhang Y., Zhou Y. Application progress of modified chitosan and its composite biomaterials for bone tissue engineering. *International Journal of Molecular Sciences*. 2022; 23(12): 6574. <https://doi.org/10.3390/ijms23126574>
11. Fourie J., Taute F., du Preez L., et al. Chitosan composite biomaterials for bone tissue engineering — a review. *Regenerative Engineering and Translational Medicine*. 2020; 1–21. <https://doi.org/10.1007/s40883-020-00187-7>
12. Madni A., Khan R., Ikram M. et al. Fabrication and characterization of chitosan–vitamin c–lactic acid composite membrane for potential skin tissue engineering. *International Journal of Polymer Science*. 2019; 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/4362395>
13. Pieklarz K., Galita G., Tylman M., et al. Physico-chemical properties and biocompatibility of thermosensitive chitosan lactate and chitosan chloride hydrogels developed for tissue engineering application. *Journal of Functional Biomaterials*. 2021; 12(2): 37. <https://doi.org/10.3390/jfb12020037>
14. Jiang Y., Tang X., Li T., et al. Chitosan Lactate Particles for Non-Compression Hemostasis on Hepatic Resection. *Polymers*. 2023; 15(3): 656. <https://doi.org/10.3390/polym15030656>
15. de Souza Soares L., Perim R.B., de Alvarenga E.S., et al. Insights on physicochemical aspects of chitosan dispersion in aqueous solutions of acetic, glycolic, propionic or lactic acid. *International journal of biological macromolecules*. 2019; 128: 140–148. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.01.106>
16. Ghahremani-Nasab M., Del Bakhshayesh A.R., Akbari-Gharalari N., et al. Biomolecular and cellular effects in skin wound healing: the association between ascorbic acid and hypoxia-induced factor. *Journal of Biological Engineering*. 2023; 17(1): 62. <https://doi.org/10.1186/s13036-023-00380-6>
17. Vivcharenko V., Wojcik M., Palka K., et al. Highly porous and superabsorbent biomaterial made of marine-derived polysaccharides and ascorbic acid as an optimal dressing for exuding wound management. *Materials*. 2021; 14(5): 1211. <https://doi.org/10.3390/ma14051211>
18. Волкова М.В., Носов А.М., Головко К.П. и др. Характеристика лактата хитозана, пригодного для остановки внутриполостных кровотечений. Биотехнология. 2024; 40(3): 88–94. <https://doi.org/10.56304/S0234275824030098> [Volkova M.V., Nosov A.M., Golovko K.P., et al. Characteristics of chitosan lactate suitable for stopping intracavitary bleeding. *Biotechnologiya*. 2024; 40(3): 88–94. <https://doi.org/10.56304/S0234275824030098> (In Russ.).]
19. Zheng K., Tong Y., Zhang S., et al. Flexible bicolorimetric polyacrylamide/chitosan hydrogels for smart real-time monitoring and promotion of wound healing. *Advanced Functional Materials*. 2021; 31(34): 2102599. <https://doi.org/10.1002/adfm.202102599>
20. Sang F., Liu C., Yan J., et al. Polysaccharide- and protein-based hydrogel dressings that enhance wound healing: A review. *International journal of biological macromolecules*. 2024; 280(1): 135482. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.135482>
21. Jiang D., Rinkevich Y. Scars or Regeneration? Dermal Fibroblasts as Drivers of Diverse Skin Wound Responses. *International journal of molecular sciences*. 2020; 21(2): 617. <https://doi.org/10.3390/ijms21020617>
22. Katoh K. FAK-Dependent Cell Motility and Cell Elongation. *Cells*, 2020; 9(1): 192. <https://doi.org/10.3390/cells9010192>
23. Cao J., Wu P., Cheng Q., et al. Ultrafast fabrication of self-healing and injectable carboxymethyl chitosan hydrogel dressing for wound healing. *ACS applied materials & interfaces*. 2021; 13(20): 24095–24105. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsami.1c02089>
24. Hu S., Bi S., Yan D., et al. Preparation of composite hydroxybutyl chitosan sponge and its role in promoting wound healing. *Carbohydrate polymers*. 2018; 184: 154–163. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.12.033>
25. Jagetia G.C., Rajanikant G.K., Baliga M.S., et al. Augmentation of wound healing by ascorbic acid treatment in mice exposed to γ-radiation. *International journal of radiation biology*. 2004; 80(5): 347–354. <https://doi.org/10.1080/09553000410001692744>
26. Muzzarelli R.A., Morganti P., Morganti G., et al. Chitin nanofibrils/chitosan glycolate composites as wound medicaments. *Carbohydrate Polymers*. 2007; 70(3): 274–284. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2007.04.008>

# Возврат к трудовой деятельности после хирургического лечения рака шейки матки: изучение отдаленных результатов в течение 3 лет

 Блинов Д.В.<sup>1,2,3,\*</sup>,  Солопова А.Г.<sup>4</sup>,  Гамеева Е.В.<sup>2</sup>,  Бадалов Н.Г.<sup>2</sup>,  Еремушкин М.А.<sup>2</sup>,  Степанова А.М.<sup>2</sup>,  Галкин В.Н.<sup>5</sup>,  Иванов А.Е.<sup>5</sup>,  Акавова С.А.<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Институт превентивной и социальной медицины, Москва, Россия

<sup>2</sup> ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр медицинской реабилитации и курортологии Федерального медико-биологического агентства», Москва, Россия

<sup>3</sup> АНО ДПО «Московский медико-социальный институт им. Ф.П. Газа», Москва, Россия

<sup>4</sup> ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия

<sup>5</sup> ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.С. Юдина Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия

## РЕЗЮМЕ

**ВВЕДЕНИЕ.** Несмотря на достижения в области диагностики и лечения рака шейки матки (РШМ), хирургическое вмешательство остается краеугольным камнем радикального лечения. Однако оно влечет за собой такие осложнения, как лимфедема, сексуальная дисфункция и другие физические и психосоциальные расстройства, что снижает качество жизни и способность вернуться к работе. Это подчеркивает необходимость разработки эффективных стратегий поддержки пациентов для их возвращения к профессиональной деятельности после лечения.

**ЦЕЛЬ.** Изучить взаимосвязь между различными программами реабилитации после хирургического лечения РШМ и возвращением к трудовой деятельности.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** В исследование были включены пациентки в возрасте 18 лет и старше с РШМ 1А–1В стадии. Пациентки были рандомизированы на 2 группы: получающие активную программу комплексной реабилитации (РШМ-1, 51 пациентка) и получающие пассивную реабилитацию (РШМ-2, 52 пациентки). Персонализированная активная реабилитационная программа включала физиотерапию, психотерапевтическую поддержку, изменение образа жизни и другие мероприятия, которые проводят в течение 1 года после хирургического вмешательства. Группа пассивной реабилитации, напротив, получала стандартную информацию о послеоперационном уходе и рекомендации, основанные на общих принципах реабилитации, предложенные действующими клиническими рекомендациями. Оценивали долю пациенток, вернувшихся к работе в различные сроки в течение 36 месяцев после операции.

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.** Пациентки в группе РШМ-1 продемонстрировали значительно более высокие показатели возвращения к трудовой деятельности по сравнению с группой РШМ-2, начиная с третьего месяца после операции. Через 36 месяцев все пациентки из группы РШМ-1 вернулись к работе, в то время как в группе РШМ-2 к профессиональной деятельности вернулось только 66,7 % пациенток. В группе РШМ-1 шансы вернуться к трудовой деятельности в течение 3 лет после операции были выше, чем в группе РШМ-2 (ОШ = 0,467; 95 % ДИ (доверительный интервал) 0,309–0,706,  $p < 0,001$ ).

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Данное исследование подчеркивает значительное влияние персонализированных комплексных активных реабилитационных программ на повышение вероятности возвращения к трудовой деятельности после хирургического лечения РШМ на ранних стадиях. Полученные результаты свидетельствуют о том, что такие подходы к реабилитации могут иметь решающее значение для восстановления в долгосрочной перспективе и социальной реинтеграции больных РШМ, что в конечном итоге способствует улучшению исхода. Необходимы дальнейшие исследования для определения наиболее эффективных компонентов программ реабилитации и оптимизации их внедрения в клиническую практику.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** рак шейки матки, реабилитация, возврат к труду

**Для цитирования / For citation:** Блинов Д.В., Солопова А.Г., Гамеева Е.В., Бадалов Н.Г., Еремушкин М.А., Степанова А.М., Галкин В.Н., Иванов А.Е., Акавова С.А. Возврат к трудовой деятельности после хирургического лечения рака шейки матки: изучение отдаленных результатов в течение 3 лет. Вестник восстановительной медицины. 2024; 23(6):54-61. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-6-54-61> [Blinov D.V., Solopova A.G., Gameeva E.V., Badalov N.G., Eremushkin M.A., Stepanova A.M., Galkin V.N., Ivanov A.E., Akavova S.A. Resumption of Employment after Cervical Cancer Surgery: a 3-Year Follow-Up Study of Long-term Outcomes. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(6):54-61. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-6-54-61> (In Russ.).

\* Для корреспонденции: Блинов Дмитрий Владиславович, E-mail: [blinov2010@gmail.com](mailto:blinov2010@gmail.com)

Статья получена: 04.09.2024  
Статья принята к печати: 01.10.2024  
Статья опубликована: 16.12.2024

# Resumption of Employment after Cervical Cancer Surgery: a 3-Year Follow-Up Study of Long-term Outcomes

 Dmitry V. Blinov<sup>1,2,3,\*</sup>,  Antonina G. Solopova<sup>4</sup>,  Elena V. Gameeva<sup>2</sup>,  Nazim G. Badalov<sup>2</sup>,  
 Mikhail A. Eremushkin<sup>2</sup>,  Alexandra M. Stepanova<sup>2</sup>,  Vsevolod N. Galkin<sup>5</sup>,  
 Alexander E. Ivanov<sup>5</sup>,  Saida A. Akavova<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Institute for Social and Preventive Medicine, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Federal Scientific and Clinical Center of Medical Rehabilitation and Balneology of the Federal Medical and Biological Agency, Moscow, Russia

<sup>3</sup> Moscow Haass Medical-Social Institute, Moscow, Russia

<sup>4</sup> Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

<sup>5</sup> S.S. Yudin City Clinical Hospital, Moscow, Russia

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** Despite advancements in cervical cancer (CC) diagnosis and treatment, surgical intervention remains the cornerstone of radical treatment. However, surgical procedures can result in complications such as lymphedema, sexual dysfunction, and other physical and psychosocial disorders, significantly affecting patients' quality of life (QoL) and ability to return to work. This emphasizes the need for effective strategies to support patients in resuming their occupational activities post-treatment.

**AIM.** To investigate the relationship between different rehabilitation programmes following cervical cancer surgery and return to work

**MATERIALS AND METHODS.** The study included patients aged 18 and older with stage 1A–1B cervical cancer. Patients were randomized into two groups: those receiving an active comprehensive rehabilitation program (CC-1, 51 patients) and those receiving passive rehabilitation (CC-2, 52 patients). The active rehabilitation program included a personalized, year-long regimen encompassing physical therapy, psychotherapeutic support, and lifestyle modifications, among other interventions. In contrast, the passive rehabilitation group received standard post-operative care information and general recommendations based on local clinical guidelines. The primary outcome was the proportion of patients who returned to work at various time points up to 36 months post-surgery.

**RESULTS.** Patients in the CC-1 group demonstrated significantly higher rates of return to work compared to the CC-2 group from the third month post-surgery onwards. At 36 months, all patients in the CC-1 group had returned to work, whereas only 66.7 % of patients in the CC-2 group had resumed their professional activities. In the CC-1 group the chance of returning to work within 3 years after surgery was 2.14 times higher compared to those in the CC-2 group (OR = 0.467, 95 % CI 0.309–0.706,  $p < 0.001$ ).

**CONCLUSION.** The study highlights the significant impact of personalized comprehensive active rehabilitation programs on improving the likelihood of return to work following surgical treatment for early-stage cervical cancer. These findings suggest that such rehabilitation approaches may be crucial in enhancing the long-term recovery and social reintegration of cervical cancer patients, ultimately contributing to better overall outcomes. Further research is needed to identify the most effective components of these rehabilitation programs and optimize their implementation.

**KEYWORDS:** cervical cancer, rehabilitation, return to work

**For citation:** Blinov D.V., Solopova A.G., Gameeva E.V., Badalov N.G., Eremushkin M.A., Stepanova A.M., Galkin V.N., Ivanov A.E., Akavova S.A. Resumption of Employment after Cervical Cancer Surgery: a 3-Year Follow-Up Study of Long-term Outcomes. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(6):54-61. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-6-54-61> (In Russ.).

\* **For correspondence:** Dmitry V. Blinov, E-mail: [blinov2010@gmail.com](mailto:blinov2010@gmail.com)

**Received:** 04.09.2024

**Accepted:** 01.10.2024

**Published:** 16.12.2024

## ВВЕДЕНИЕ

Рак шейки матки (РШМ) является одним из наиболее распространенных злокачественных новообразований у женщин, особенно в странах с низким и средним уровнем дохода, на которые приходится до 90 % случаев заболеваемости РШМ во всем мире [1]. Хотя в промышленно развитых странах благодаря программам вакцинации и скрининга наблюдается снижение заболеваемости РШМ, глобальная смертность и заболеваемость за последнее десятилетие существенно не снизились [2, 3].

Несмотря на значительный прогресс в диагностике и лечении РШМ, основным методом радикального лечения данного заболевания остается хирургическое вмешательство. В то время, как на поздних стадиях РШМ

предпочтительным методом лечения является химиолучевая терапия, при 1 и 2А стадиях основными хирургическими подходами являются радикальная гистерэктомия и лимфаденэктомия [4–6]. Однако хирургическому вмешательству могут сопутствовать осложнения, включая лимфедему, сексуальную дисфункцию и иные физические и психосоциальные расстройства, которые существенно снижают качество жизни пациенток и их способность вернуться к трудовой деятельности [7–9].

Помимо этого, на качество жизни больных после лечения злокачественного новообразования в значительной степени влияют финансовые и социальные последствия. Финансовые заботы часто перевешивают физические или психологические побочные эффекты, а десоциализация, вызванная болезнью, может повли-

ять на прогноз. Поэтому для таких пациенток поддержание финансовой стабильности и социального благополучия имеет решающее значение [10].

Исследования показывают, что после лечения злокачественного новообразования работа часто воспринимается как значимый аспект жизни, и позитивное отношение к своей профессиональной деятельности может способствовать возвращению к труду. Было установлено, что социальная поддержка, в первую очередь со стороны семьи и друзей, и применение так называемых копинг-стратегий (стратегий преодоления) помогают пациенткам лучше справляться с трудностями, связанными с работой. С другой стороны, внешнее давление с требованием скорейшего возвращения к профессиональным обязанностям может быть источником чрезмерного стресса [11]. Эти аспекты необходимо учитывать для достижения устойчивой трудоспособности реконвалесцентов злокачественных новообразований.

Таким образом, одним из ключевых аспектов реабилитации после хирургического лечения РШМ является восстановление трудоспособности, что может быть сложной задачей ввиду множества факторов, таких как тяжесть заболевания, характер хирургического вмешательства, наличие сопутствующих заболеваний и социально-экономические условия. Распространенными симптомами, которые ухудшают повседневную деятельность и качество жизни, являются болевой синдром, повышенная утомляемость и депрессия. Реабилитационные программы, способствуя облегчению данных проявлений, могут положительно повлиять на сроки возвращения к трудовой деятельности [12]. В последние годы активно разрабатываются и внедряются различные программы реабилитации, направленные на ускорение восстановления пациенток после лечения онкологических заболеваний и их возвращения к работе. Однако остается открытым вопрос, какие именно программы наиболее эффективны и какие их составляющие влияют на успешность реабилитации в контексте возвращения к трудовой деятельности. Наше исследование направлено на заполнение этого пробела. Мы предполагаем, что предлагаемые нашей исследовательской группой подходы к реабилитации могут способствовать более быстрому и успешному восстановлению трудоспособности у пациенток, перенесших хирургическое вмешательство по поводу РШМ.

## ЦЕЛЬ

Изучить взаимосвязь между различными программами реабилитации после хирургического лечения РШМ и возвращением к трудовой деятельности.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследование вошли пациентки старше 18 лет с РШМ 1А–1Б стадии с сочетанной патологией, которых распределяли в группы сравнения при условии наличия письменного информированного согласия и подтвержденного диагноза. Исключались из исследования пациентки с другими онкологическими заболеваниями, рецидивом или указаниями на наследственную предрасположенность к злокачественным новообразованиям репродуктивной системы, психическими и когнитивными расстройствами, проходящие химиолучевую

терапию, беременные, кормящие матери, отказавшиеся от участия.

## Группы сравнения

Пациентки были рандомизированы в группы комплексной активной реабилитации (РШМ-1, 51 пациентка) и пассивной реабилитации (РШМ-2, 52 пациентки).

Персонализированная программа комплексной активной реабилитации на этапе после постановки диагноза РШМ до начала хирургического лечения включала консультирование и информационную поддержку; модификацию образа жизни; психотерапевтическую поддержку; коррекцию микробиоценоза влагалища; лечебную физическую культуру, включая упражнения для укрепления мышц тазового дна и дыхательную гимнастику; дотацию витаминов и микронутриентов. Через 1 месяц после хирургического вмешательства программа дополнялась консультацией сексолога (в том числе парные консультации с партнером), вагинальным массажем, назначением лубрикантов и местных эстриолсодержащих препаратов; через 3 месяца — фито- и физиотерапией, а через 6 месяцев — климато- и ландшафто-терапией. Общая продолжительность комплексной активной реабилитации составляла не меньше 1 года после хирургического вмешательства.

Пассивная реабилитация включала информирование о текущем состоянии и последствиях хирургического лечения, а также рекомендации, основанные на общих принципах реабилитации пациенток после проведенных хирургических вмешательств и/или химиотерапии, и/или лучевой терапии, согласно указанному лечению в утвержденных клинических рекомендациях по ведению пациенток с РШМ, находящихся в рубрикаторе Минздрава России [13].

## Дизайн исследования

Для оценки взаимосвязи данных программ реабилитации с уровнем реинтеграции в социальную среду, начиная с 1-й недели после хирургического вмешательства по поводу РШМ и далее на 1, 3, 6, 12, 24 и 36-м месяцах наблюдения, оценивали уровень возврата к трудовой деятельности, выражающийся в доле пациенток, приступивших к работе (независимо от того, это прежняя должность или новые трудовые обязанности), в общем числе участниц в группе. Также оценивали долю пациенток, вернувшихся к своей прежней работе (такая же должность и/или трудовая функция, что и до хирургического вмешательства), в общем числе участниц в группе.

## Методы статистического анализа

Статистический анализ выполняли в Microsoft Excel (Microsoft, США) и пакете Stata 14 (StataCorp LLC, США). Для описания численных показателей использовали медиану (Me); первый и третий квартили ( $Q_{25}$ ,  $Q_{75}$ ), для качественных переменных — абсолютное количество ( $n$ ) и долю (%).  $p < 0,05$  считали статистически значимым. Для оценки динамики доли субъектов, вернувшихся к трудовой деятельности и к прежней работе между различными визитами, была использована смешанная модель логистической регрессии с повторными измерениями. В качестве зависимой переменной использовался логарифм отношения шансов, а в качестве

факторов модели включали номер субъекта, возраст субъекта, время (месяц оценки), группу, а также взаимодействие время×группа.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Общие сведения о пациентках

Медиана возраста вошедших в исследование пациенток с РШМ составила 49 [43; 51] лет в группе РШМ-1 и 48,5 [44; 51] лет в группе РШМ-2 ( $p > 0,05$ ). Семейный статус, уровень образования, доля курящих и профиль коморбидных заболеваний также были сопоставимыми.

Возвращение к трудовой деятельности

Анализ динамики возвращения к трудовой деятельности пациенток, прошедших активную (РШМ-1) и пассивную (РШМ-2) реабилитацию после хирургического лечения РШМ, показал следующие результаты (табл. 1). Если на 1-й неделе и на 1-м месяце восстановительного периода показатели возвращения к трудовой деятельности в обеих группах были сопоставимы (13,7 % и 15,4 % на 1-й неделе, 19,6 % и 17,3 % на 1-м месяце соответственно), то, начиная с 3-го месяца, наблюдалось стабильное увеличение данного показателя в группе РШМ-1 по сравнению с группой РШМ-2 (43,1 % против 21,2 % на третьем месяце). К концу исследования все пациентки из группы РШМ-1 и 66,7 % из группы РШМ-2 вернулись к работе.

Результаты смешанной модели логистической регрессии для анализа доли пациентов, вернувшихся к трудовой деятельности, продемонстрировали, что в группе РШМ-1 шансы вернуться к трудовой деятельности в течение 3 лет после хирургического вмешательства по поводу РШМ выше, чем у пациенток из группы РШМ-2 (ОШ = 0,467 [95 % ДИ 0,309–0,706],  $p < 0,001$ )

Возвращение к прежней работе

В течение первой недели доля вернувшихся к прежней работе среди пациенток, получавших комплексную активную (группа РШМ-1) и пассивную реабилитацию (группа РШМ-2), была сопоставима (табл. 2). Также все вернувшиеся в течение этого периода времени к труду возвращались на прежние позиции. Уже начиная с 1-го месяца стала заметна тенденция, когда доля вернувшихся к прежней деятельности пациенток из группы РШМ-1 превышала таковую у пациенток из группы РШМ-2. На 3-м месяце наблюдения этот показатель составил 31,4 % в группе РШМ-1 и 21,2 % в группе РШМ-2. На 3-м году после хирургического вмешательства по поводу РШМ доля вернувшихся к прежней трудовой деятельности среди получающих комплексную активную реабилитацию составила 85,7 %, в то время как среди получающих пассивную реабилитацию — 53,3 %.

Результаты смешанной модели логистической регрессии для анализа доли пациентов, вернувшихся к прежней работе, продемонстрировали, что у пациенток из группы РШМ-1 шансы вернуться к прежней работе в течение 3 лет после хирургического лечения РШМ выше, чем у пациенток из группы РШМ-2 (ОШ = 0,731 [95 % ДИ 0,616–0,868],  $p < 0,001$ ).

Исследования, проведенные среди пациенток с онкогинекологическими заболеваниями (РШМ, рак тела матки, рак вульвы/влагалища), получавших химиолучевую терапию, показали, что 58,1 % из них вернулись к работе через 12 месяцев, а 63,2 % — через 18 месяцев [10], причем программы стационарной реабилитации улучшают данный показатель за счет облегчения проявлений повышенной утомляемости. Другими факторами, влияющими на возврат к труду, были признаны болевой синдром, возраст, стадия рака и интенсивность терапии. В нашем исследовании доля возвратившихся к тру-

Таблица 1. Доля возвратившихся к трудовой деятельности после хирургического лечения рака шейки матки на различных сроках наблюдения, n (%)

Table 1. Rate of return to work after surgical treatment of cervical cancer at different follow-up periods, n (%)

| Время после хирургического вмешательства / Time after surgery | РШМ 1 / CC-1  |                              |                           | РШМ-2 / CC-2  |                              |                           |
|---------------------------------------------------------------|---------------|------------------------------|---------------------------|---------------|------------------------------|---------------------------|
|                                                               | Всего / Total | Не вернулись / Didn't return | Вернулись / Have returned | Всего / Total | Не вернулись / Didn't return | Вернулись / Have returned |
| 1 неделя / 1 week                                             | 51 (100,0 %)  | 44 (86,3 %)                  | 7 (13,7 %)                | 52 (100,0 %)  | 44 (84,6 %)                  | 8 (15,4 %)                |
| 1 месяц / 1 month                                             | 51 (100,0 %)  | 41 (80,4 %)                  | 10 (19,6 %)               | 52 (100,0 %)  | 43 (82,7 %)                  | 9 (17,3 %)                |
| 3 месяца / 3 months                                           | 51 (100,0 %)  | 29 (56,9 %)                  | 22 (43,1 %)               | 52 (100,0 %)  | 41 (78,8 %)                  | 11 (21,2 %)               |
| 6 месяцев / 6 months                                          | 51 (100,0 %)  | 17 (33,3 %)                  | 34 (66,7 %)               | 52 (100,0 %)  | 32 (61,5 %)                  | 20 (38,5 %)               |
| 12 месяцев / 12 months                                        | 51 (100,0 %)  | 8 (15,7 %)                   | 43 (84,3 %)               | 52 (100,0 %)  | 28 (53,8 %)                  | 24 (46,2 %)               |
| 24 месяца / 24 months                                         | 28 (100,0 %)  | 1 (3,6 %)                    | 27 (96,4 %)               | 27 (100,0 %)  | 12 (44,4 %)                  | 15 (55,6 %)               |
| 36 месяцев / 36 months                                        | 14 (100,0 %)  | 0 (0,0 %)                    | 14 (100,0 %)              | 15 (100,0 %)  | 5 (33,3 %)                   | 10 (66,7 %)               |

**Таблица 2.** Доля возвратившихся к прежней работе после хирургического лечения рака шейки матки на различных сроках наблюдения, *n* (%)

**Table 2.** Rate of return to previous work after surgical treatment of cervical cancer at different follow-up periods, *n* (%)

| Время после хирургического вмешательства / Time after surgery | РШМ 1 / CC-1  |                              |                           | РШМ-2 / CC-2  |                              |                           |
|---------------------------------------------------------------|---------------|------------------------------|---------------------------|---------------|------------------------------|---------------------------|
|                                                               | Всего / Total | Не вернулись / Didn't return | Вернулись / Have returned | Всего / Total | Не вернулись / Didn't return | Вернулись / Have returned |
| 1 неделя / 1 week                                             | 51 (100,0 %)  | 44 (86,3 %)                  | 7 (13,7 %)                | 52 (100,0 %)  | 44 (84,6 %)                  | 8 (15,4 %)                |
| 1 месяц / 1 month                                             | 51 (100,0 %)  | 42 (82,4 %)                  | 9 (17,6 %)                | 52 (100,0 %)  | 43 (82,7 %)                  | 9 (17,3 %)                |
| 3 месяца / 3 months                                           | 51 (100,0 %)  | 35 (68,6 %)                  | 16 (31,4 %)               | 52 (100,0 %)  | 41 (78,8 %)                  | 11 (21,2 %)               |
| 6 месяцев / 6 months                                          | 51 (100,0 %)  | 23 (45,1 %)                  | 28 (54,9 %)               | 52 (100,0 %)  | 37 (71,2 %)                  | 15 (28,8 %)               |
| 12 месяцев / 12 months                                        | 51 (100,0 %)  | 13 (25,5 %)                  | 38 (74,5 %)               | 52 (100,0 %)  | 35 (67,3 %)                  | 17 (32,7 %)               |
| 24 месяца / 24 months                                         | 28 (100,0 %)  | 5 (17,9 %)                   | 23 (82,1 %)               | 27 (100,0 %)  | 14 (51,9 %)                  | 13 (48,1 %)               |
| 36 месяцев / 36 months                                        | 14 (100,0 %)  | 2 (14,3 %)                   | 12 (85,7 %)               | 15 (100,0 %)  | 7 (46,7 %)                   | 8 (53,3 %)                |

ду является более высокой, что, по-видимому, связано с исключением из анализа получающих лучевую терапию, одним из распространенных побочных эффектов которой является повышенная утомляемость.

Интересно сопоставить результаты нашего исследования с данными масштабного исследования Sun Y.-S. et al., выполненного на Тайване [14]. Среди 6008 участниц тайваньского исследования 4945 (82,3 %) вернулись на работу в течение 5 лет после постановки диагноза РШМ. При этом у большинства реконвалесцентов РШМ была нулевая (82,5 %) или первая стадия (14,3 %), и большинство (97,5 %) перенесли хирургическое вмешательство, в то время как лучевую терапию использовали 4,6 %, химиотерапию — 2,6 % из вернувшихся к трудовой деятельности (в нашем исследовании — 1А и 1Б стадии, 100 % после хирургического лечения). В исследовании Sun Y.-S. et al. нет сведений о реабилитации. Но в нашем исследовании к трудовой деятельности уже через 3 года наблюдения вернулись все 100 % получавших комплексную активную реабилитацию, в то время как в тайваньском — только 84 % через 5 лет. Это дополнительно подчеркивает эффект разработанной нами программы реабилитации.

Об отрицательной корреляции уровня возврата к трудовой деятельности и радикальной гистерэктомии в сочетании с химиорадиотерапией по сравнению с другими методами лечения сообщают и другие исследователи [15]. В американском исследовании сообщается о том, что в первые 6 месяцев после постановки диагноза гинекологического рака характер трудовой деятельности существенно менялся, при этом 67 % женщин продолжали работать или вернулись к работе после этого периода [16]. Однако профиль пациенток в данном исследовании не вполне сопоставим с нашим: там основными типами рака были рак яичников (47 %), матки (33 %), только 9 % имели РШМ. Также в него вошли все пациентки с установленным диагнозом, как уже получившие хирургическое лечение, так и ожидающие

вмешательства или проходящие химиолучевую терапию.

Данные настоящей работы сопоставимы и с ранее полученными нашей исследовательской группой результатами оценки уровня возврата к трудовой деятельности при реабилитации после хирургического лечения других заболеваний женской репродуктивной системы. Так, наблюдение пациенток после лечения наружного генитального эндометриоза с активной и пассивной тактикой восстановительного периода в течение 1 года показало, что более быстрое возвращение к труду ( $p < 0,01$ ) уже после 1 месяца наблюдения отмечалось у пациенток, проходивших программу активной реабилитации, что коррелировало с повышением общего качества жизни [17, 18]. К 12-му месяцу к трудовой деятельности вернулись 87,5 % пациенток после лечения наружного генитального эндометриоза, получавших активную реабилитацию и 56,4 % пациенток из группы сравнения. В настоящем исследовании на этом же сроке наблюдения количество таковых составило 84,3 % и 46,2 % соответственно (см. табл. 1). Меньшее количество вернувшихся к трудовой деятельности после лечения РШМ, по-видимому, обусловлено тем, что наружный генитальный эндометриоз не относится к злокачественным новообразованиям, лечение которых сопровождается более высоким риском развития побочных эффектов, препятствующих выходу на работу. Также в рамках работы Бегович Е. и др. [17, 18] не проводился анализ на более отдаленных сроках, нежели 12 месяцев после хирургического вмешательства, а также не оценивалось количество возвратившихся к прежней работе, что составляет новизну настоящего исследования.

Факторы, влияющие на уровень возврата к трудовой деятельности, включают тип лечения, размер компании-нанимателя, уровень дохода и наличие побочных эффектов от терапии, такие как лимфедема нижних конечностей [1, 15]. Примечательно, что уровень воз-

врата к трудовой деятельности у пациенток после лечения РШМ ассоциируется со снижением риска смертности от любых причин у людей, переживших РШМ [1]. В рамках нашей работы мы не исследовали эти показатели вследствие ограниченного количества участников и дизайна, предусматривавшего исключение из анализа пациенток с рецидивом заболевания, что относится к ограничениям исследования.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты нашего исследования демонстрируют, что комплексная программа активной реабилитации, включающая информационную и психотерапевтическую поддержку, модификацию образа жизни, физическую активность, укрепление мышц тазового дна, коррекцию микробиоценоза влагалища и устранение сексуальной дисфункции, способствует более быстро-

му возвращению к трудовой деятельности пациенток после хирургического лечения РШМ. Пациентки, прошедшие активную реабилитацию, чаще возвращались к прежней работе и демонстрировали более высокую трудовую активность в долгосрочной перспективе.

Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности предложенной программы реабилитации, а также подчеркивают важность раннего начала и комплексного подхода к восстановлению трудоспособности пациенток после лечения РШМ.

Для дальнейших исследований представляется актуальным изучение долгосрочных эффектов предложенной реабилитационной программы на общее качество жизни, а также сопоставление экономических затрат и эффективности. Полученные данные могут быть использованы для разработки более эффективных стратегий реабилитации больных с РШМ.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Блинов Дмитрий Владиславович**, кандидат медицинских наук, руководитель по медицинским и научным вопросам, Институт превентивной и социальной медицины; научный сотрудник лаборатории научных исследований, ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр медицинской реабилитации и курортологии Федерального медико-биологического агентства»; доцент кафедры спортивной, физической и реабилитационной медицины, АНО ДПО «Московский медико-социальный институт им. Ф.П. Газа».

E-mail: blinov2010@googlemail.com;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3367-9844>

**Солопова Антонина Григорьевна**, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры акушерства, гинекологии и перинатальной медицины Клинического института детского здоровья им. Н.Ф. Филатова ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7456-2386>

**Гамеева Елена Владимировна**, доктор медицинских наук, и.о. генерального директора, ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр медицинской реабилитации и курортологии Федерального медико-биологического агентства».

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8509-4338>

**Бадалов Назим Гаджибала оглы**, доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории научных исследований, ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр медицинской реабилитации и курортологии Федерального медико-биологического агентства»; профессор кафедры восстановительной медицины, реабилитации и курортологии, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1407-3038>

**Ерёмушкин Михаил Анатольевич**, доктор медицинских наук, профессор, руководитель образовательного центра, ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр медицинской реабилитации и курортологии Федерального медико-биологического агентства».

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3452-8706>

**Степанова Александра Михайловна**, кандидат медицинских наук, заместитель генерального директора по науке,

ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр медицинской реабилитации и курортологии Федерального медико-биологического агентства».

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8085-8645>

**Галкин Всеволод Николаевич**, доктор медицинских наук, профессор, главный врач, ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.С. Юдина Департамента здравоохранения города Москвы».

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6619-6179>

**Иванов Александр Евгеньевич**, кандидат медицинских наук, заведующий отделением диагностики и лечения заболеваний молочной железы и репродуктивной системы № 1, ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.С. Юдина Департамента здравоохранения города Москвы».

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1115-3144>

**Акамова Саида Абдулкадыровна**, онколог, заведующий центром амбулаторной онкологической помощи, ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.С. Юдина Департамента здравоохранения города Москвы».

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-2166-2574>

**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: Блинов Д.В. — научное обоснование, руководство проектом, анализ данных, написание и редактирование текста статьи; Солопова А.Г. — курирование проекта, написание и редактирование текста статьи; Гамеева Е.В. — курирование проекта, написание и редактирование текста статьи; Бадалов Н.Г. — анализ данных, написание и редактирование текста статьи; Ерёмушкин М.А. — анализ данных, написание и редактирование текста статьи; Степанова А.М. — анализ данных, написание и редактирование текста статьи; Галкин В.Н. — обеспечение материалов для исследования, написание и редактирование текста статьи; Иванов А.Е. — обеспечение материалов для исследования, анализ данных, написание и редактирование текста статьи; Акамова С.А. — обеспечение материалов для исследования, анализ данных, написание и редактирование текста статьи.

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

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

**Информированное согласие.** Авторы получили письменное согласие пациентов на публикацию всей соответствующей медицинской информации, включенной в рукопись.

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

#### ADDITIONAL INFORMATION

**Dmitry V. Blinov**, Ph.D. (Med.), Head of Medical and Scientific Affairs, Institute for Social and Preventive Medicine; Scientist, Scientific Research laboratory, Federal Scientific and Clinical Center of Medical Rehabilitation and Balneology of the Federal Medical and Biological Agency".  
E-mail: blinov2010@googlemail.com;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3367-9844>

**Antonina G. Solopova**, D.Sc. (Med.), Professor, Professor at the Department of Obstetrics, Gynecology and Perinatal Medicine, Filatov Clinical Institute of Children's Health, Sechenov First Moscow State Medical University.  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7456-2386>

**Elena V. Gameeva**, D.Sc. (Med.), Acting General Director, Federal Scientific and Clinical Center of Medical Rehabilitation and Balneology of the Federal Medical and Biological Agency.  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8509-4338>

**Nazim G. Badalov**, D.Sc. (Med.), Professor, Chief Scientist, Scientific Research laboratory, Federal Scientific and Clinical Center of Medical Rehabilitation and Balneology of the Federal Medical and Biological Agency; Professor at the Department of Restorative Medicine, Rehabilitation and Balneology, Sechenov First Moscow State Medical University.  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1407-3038>

**Mikhail A. Eremushkin**, D.Sc. (Med.), Professor, Head of Educational Center, Federal Scientific and Clinical Center of Medical Rehabilitation and Balneology of the Federal Medical and Biological Agency".  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3452-8706>

**Alexandra M. Stepanova**, Ph.D. (Med.), Deputy General Director for Science, Federal Scientific and Clinical Center of Medical Rehabilitation and Balneology of the Federal Medical and Biological Agency.  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8085-8645>

**Vsevolod N. Galkin**, D.Sc. (Med.), Professor, Chief Physician,

S.S. Yudin City Clinical Hospital.  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6619-6179>

**Alexander E. Ivanov**, Ph.D. (Med.), Head of the Unit for the Diagnosis and Treatment of diseases of the breast and Reproductive system No. 1, S.S. Yudin City Clinical Hospital.  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1115-3144>

**Saida A. Akavova**, Oncologist, Head of Outpatient Cancer Care Center, S.S. Yudin City Clinical Hospital.  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-2166-2574>

**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: Blinov D.V. — conceptualization, project administration, data analysis, writing and editing; Solopova A.G. — supervision, writing and editing; Gameeva E.V. — supervision, writing and editing; Badalov N.G. — data analysis, writing and editing; Eremushkin M.A. — data analysis, writing and editing; Stepanova A.M. — data analysis, writing and editing; Galkin V.N. — resources, writing and editing; Ivanov A.E. — resources, data analysis, writing and editing; Akavova S.A. — resources, data analysis, 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.

**Informed Consent for Publication.** Written consent was obtained from the patient for publication of relevant medical information.

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

#### Список литературы / References

- Hull R., Mbele M., Makhafola T., et al. Cervical cancer in low and middle-income countries. *Oncol Lett.* 2020; 20(3): 2058–2074. <https://doi.org/10.3892/ol.2020.11754>
- Schubert M., Bauerschlag D.O., Muallem M.Z., Maass N., Alkatout I. Challenges in the Diagnosis and Individualized Treatment of Cervical Cancer. *Medicina.* 2023; 59(5): 925. <https://doi.org/10.3390/medicina59050925>
- Акавова С.А., Солопова А.Г., Блинов Д.В. и др. Лечение и реабилитация при раке шейки матки: опыт организации маршрутизации пациентов. *Акушерство, гинекология и репродукция.* 2023; 17(5): 62–637. <https://doi.org/10.17749/2313-7347/ob.gyn.rep.2023.461> [Akavova A.A., Solopova A.G., Blinov D.V., et al. Treatment and rehabilitation for cervical cancer: the experience of patient journey management. *Obstetrics, Gynecology and Reproduction.* 2023; 17(5): 625–637. <https://doi.org/10.17749/2313-7347/ob.gyn.rep.2023.461> (In Russ.).]
- Brucker S.Y., Ulrich U.A. Surgical Treatment of Early-Stage Cervical Cancer. *Oncol Res Treat* 6 September 2016; 39(9): 508–514. <https://doi.org/10.1159/000448794>
- Petignat P., Roy M. Diagnosis and management of cervical cancer *BMJ* 2007; 335: 765. <https://doi.org/10.1136/bmj.39337.615197.80>
- Tudor A., Rotar I.C., Mureșan D. The place of surgery in cervical cancer under current treatment protocols. *Obstetrică și Ginecologie.* 2022; 70(2). <https://doi.org/10.26416/obsigin.70.2.2022.6683>
- Fader A.N. Surgery in Cervical Cancer. *N. Engl. J. Med.* 2018; 379(20): 1955–1957. <https://doi.org/10.1056/NEJMe1814034>
- Boitano T.K.L., Kako T., Leath C.A. 3rd. New Paradigms in the Treatment of Cervical Cancer. *Obstet Gynecol.* 2023; 142(6): 1322–1332. <https://doi.org/10.1097/AOG.0000000000005413>

9. Блинов Д.В., Солопова А.Г., Ачкасов Е.Е. и др. Алгоритм комплексной психотерапевтической поддержки для женщин с психоневрологическими симптомами в период реабилитации после лечения злокачественных новообразований репродуктивной системы. Эпилепсия и пароксизмальные состояния. 2023; 15(3): 232–245. <https://doi.org/10.17749/2077-8333/epi.par.con.2023.168> [Blinov D.V., Solopova A.G., Achkasov E.E., et al. Algorithm for the provision of comprehensive psychotherapeutic support to women experiencing neuropsychiatric symptoms during rehabilitation following the treatment of malignant neoplasms of the reproductive system. *Epilepsy and Paroxysmal Conditions*. 2023; 15(3): 232–245. <https://doi.org/10.17749/2077-8333/epi.par.con.2023.168> (In Russ.).]
10. Meixner E., Sandrini E., Hoeltgen L., et al. Return to Work, Fatigue and Cancer Rehabilitation after Curative Radiotherapy and Radiochemotherapy for Pelvic Gynecologic Cancer. *Cancers (Basel)*. 2022; 14(9): 2330. <https://doi.org/10.3390/cancers14092330>
11. Muijen P., Weevers N., Snels I., et al. Predictors of return to work and employment in cancer survivors: a systematic review. *European journal of cancer care*. 2013; 22(2): 144–160. <https://doi.org/10.1111/ecc.12033>
12. Lindbohm M., Viikari-Juntura E. Cancer survivors' return to work: importance of work accommodations and collaboration between stakeholders. *Occupational and Environmental Medicine*. 2010; 67(9): 578–579. <https://doi.org/10.1136/oem.2009.051847>
13. Рубрикатор клинических рекомендаций. Клинические рекомендации. Рак шейки матки. 2020. Доступ на: [https://cr.minzdrav.gov.ru/recommend/537\\_1](https://cr.minzdrav.gov.ru/recommend/537_1) (Дата обращения: 08.08.2024). [Rubrikator klinicheskikh rekomendacij. *Klinicheskie rekomendacii. Rak shejki matki*. 2020. Available at: [https://cr.minzdrav.gov.ru/recommend/537\\_1](https://cr.minzdrav.gov.ru/recommend/537_1) (Accessed August 8, 2024) (In Russ.).]
14. Sun Y.-S., Chen W.-L., Wu W.-T., Wang C.-C. The Fact of Return to Work in Cervical Cancer Survivors and the Impact of Survival Rate: An 11-Year Follow-Up Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021; 18(20): 10703. <https://doi.org/10.3390/ijerph182010703>
15. Nakamura K., Masuyama H., Ida N., et al. Radical Hysterectomy Plus Concurrent Chemoradiation/Radiation Therapy Is Negatively Associated with Return to Work in Patients with Cervical Cancer. *International Journal of Gynecologic Cancer* 2017; 27(1): 117–122. <https://doi.org/10.1097/IGC.0000000000000840>
16. Nachreiner N.M., Ghebre R.G., Virnig B.A., Shanley R. Early work patterns for gynaecological cancer survivors in the USA. *Occupational Medicine*. 2012; 62: 23–28 <https://doi.org/10.1093/occmed/kqr177>
17. Бегович Ё., Байгалмаа Б., Солопова А.Г. и др. Качество жизни как критерий оценки эффективности реабилитационных программ у пациенток с болевой формой наружного генитального эндометриоза. Акушерство, гинекология и репродукция. 2023; 17(1): 92–103. <https://doi.org/10.17749/2313-7347/ob.gyn.rep.2023.391> [Begovich E., Baigalmaa B., Solopova A.G., et al. Quality of life as a criterion for assessing the effectiveness of rehabilitation programs in patients with painful external genital endometriosis. *Obstetrics, Gynecology and Reproduction*. 2023; 17(1): 92–103. <https://doi.org/10.17749/2313-7347/ob.gyn.rep.2023.391> (In Russ.).]
18. Бегович Ё., Солопова А.Г., Хлопкова С.В. и др. Качество жизни и особенности психоэмоционального статуса больных наружным генитальным эндометриозом. Акушерство, гинекология и репродукция. 2022; 16(2): 122–133. <https://doi.org/10.17749/2313-7347/ob.gyn.rep.2022.283> [Begovich E., Solopova A.G., Khlopkova S.V., et al. Quality of life and psychoemotional status in patients with external genital endometriosis. *Obstetrics, Gynecology and Reproduction*. 2022; 16(2): 122–133. <https://doi.org/10.17749/2313-7347/ob.gyn.rep.2022.283> (In Russ.).]

Оригинальная статья / Original article

DOI: <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-6-62-70>

## Связанные с полом различия регенерации седалищного нерва крыс после аутопластики и интраоперационной электронейростимуляции

Щудло Н.А., Варсегова Т.Н.\*, Кубрак Н.В., Ступина Т.А.

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, Курган, Россия

### РЕЗЮМЕ

**ВВЕДЕНИЕ.** По данным литературы, интраоперационная электронейростимуляция (ИЭС) после аутонейропластики (АН) ускоряет регенерационный рост аксонов. Неизвестно, проявляется ли половой диморфизм в регенерации периферических нервов после АН и при применении однократной ИЭС.

**ЦЕЛЬ.** Выявить возможные связанные с полом отличия регенерации седалищного нерва после АН резекционного дефекта его большеберцовой порции и однократной ИЭС у крыс зрелого возраста.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** Выполнена резекция и АН большеберцовой порции седалищного нерва 72 крысам мужского ( $n = 39$ ) и женского ( $n = 33$ ) пола. Серия 1 — нестимулированный контроль, серия 2 — сеанс ИЭС 40 минут. По следам-отпечаткам лап рассчитывали большеберцовый функциональный индекс (TFI); определяли гистоморфометрические параметры миелиновых нервных волокон (МВ) большеберцового нерва.

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.** В серии 1 через 2 месяца после операции у самцов выявлены большие значения численной плотности МВ большеберцового нерва и диаметров аксонов, чем у самок. Через 4 месяца диаметры аксонов и диаметры МВ больше у самок. Через 6 месяцев у самок больше толщина миелиновых оболочек (МО). TFI в серии 1 снижается к концу опыта, особенно у самцов. В серии 2 через 2 и 4 месяца после операции у самок диаметры аксонов, МО и диаметры МВ больше значений серии 1, через 6 месяцев больше только МО и диаметры МВ. У самцов серии 2 через 2 и 4 месяца после операции МО и диаметр МВ больше, чем в серии 1, а через 6 месяцев все размерные параметры у самцов серии 2 выше, чем у самцов серии 1. TFI в серии 2 больше значений в серии 1 и возрастает к концу опыта, особенно у самцов.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Через 2 месяца после АН у самцов рост и дифференцировка нервных волокон осуществляются быстрее, чем у самок, далее отличия инвертируются. Несмотря на увеличение гистоморфометрических показателей регенерации, у нестимулированных животных к концу опыта TFI снижается, особенно у самцов. У стимулированных крыс по сравнению с нестимулированными морфофункциональные показатели регенерации на всех сроках опыта лучше, в большей мере у самцов.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** крыса, седалищный нерв, аутонейропластика, интраоперационная электростимуляция, большеберцовый нерв, гистоморфометрия

**Для цитирования / For citation:** Щудло Н.А., Варсегова Т.Н., Кубрак Н.В., Ступина Т.А. Связанные с полом различия регенерации седалищного нерва крыс после аутопластики и интраоперационной электронейростимуляции. Вестник восстановительной медицины. 2024; 23(6):62-70. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-6-62-70> [Shchudlo N.A., Varsegova T.N., Kubrak N.V., Stupina T.A. Gender-related Differences in Rat Sciatic Nerve Regeneration after Autoplasty and Intraoperative Electroneurostimulation. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(6):62-70. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-6-62-70> (In Russ.).]

\* Для корреспонденции: Варсегова Татьяна Николаевна, E-mail: varstn@mail.ru, office@rncvto.ru

Статья получена: 27.04.2024  
Статья принята к печати: 08.08.2024  
Статья опубликована: 16.12.2024

©2024, Щудло Н.А., Варсегова Т.Н., Кубрак Н.В., Ступина Т.А.

Nathalia A. Shchudlo, Tatyana N. Varsegova, Nadezhda V. Kubrak, Tatyana A. Stupina

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.

# Gender-related Differences in Rat Sciatic Nerve Regeneration after Autoplasty and Intraoperative Electroneurostimulation

 **Nathalia A. Shchudlo**,  **Tatyana N. Varsegova\***,  **Nadezhda V. Kubrak**,  **Tatyana A. Stupina**

National Ilizarov Medical Research Centre for Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russia

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** According to the literature, intraoperative electrical neurostimulation (IES) after autoneuroplasty (AN) accelerates the regenerative growth of axons. It is unknown whether sexual dimorphism occurs in peripheral nerve regeneration after AN and with single-dose IES.

**AIM.** To identify possible gender-related differences in the regeneration of the sciatic nerve (SN) after AN resection of the defect of its tibial portion and a single IES in mature rats.

**MATERIALS AND METHODS.** 72 male ( $n = 39$ ) and female ( $n = 33$ ) rats underwent resection and AN of the tibial portion of the SN. Series 1 — non-stimulated control, series 2 — IES session 40 minutes. The tibial functional index (TFI) was calculated from the paw prints; Histomorphometric parameters of myelinated nerve fibers (MF) of the tibial nerve (TN) were determined.

**RESULTS AND DISCUSSION.** In series 1, 2 months after surgery, males were found to have higher values of the numerical density of MVs of the WBN and axon diameters (DA) than in females. After 4 months, YES and MV diameters are larger in females. After 6 months, females have greater myelin sheath (MS) thickness. TFI in series 1 decreases towards the end of the experiment, especially in males. In series 2, 2 and 4 months after surgery, in females the DA, MS, and MF diameters were greater than the values in series 1; after 6 months, only MS and MF diameters were greater. In series 2 males, 2 and 4 months after surgery, the MS and MF diameter are greater than in series 1, and after 6 months, all dimensional parameters in series 2 males are higher than in series 1 males. TFI in series 2 is greater than the values in series 1 and increases towards the end of the experiment, especially in males.

**CONCLUSION.** 2 months after AN, the growth and differentiation of nerve fibers in males is faster than in females, then the differences are inverted. Despite the increase in histomorphometric indicators of regeneration, in unstimulated animals, by the end of the experiment, TFI decreases, especially in males. In stimulated rats, compared to unstimulated ones, the morpho-functional indicators of regeneration at all periods of the experiment are better, to a greater extent in males.

**KEYWORDS:** rat, sciatic nerve, autoneuroplasty, intraoperative electrical stimulation, tibial nerve, histomorphometry

**For citation:** Shchudlo N.A., Varsegova T.N., Kubrak N.V., Stupina T.A. Gender-related Differences in Rat Sciatic Nerve Regeneration after Autoplasty and Intraoperative Electroneurostimulation. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(6):62-70. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-6-62-70> (In Russ.).

**\*For correspondence:** Tatyana N. Varsegova, E-mail: varstn@mail.ru, office@rncvto.ru

Статья получена: 27.04.2024

Статья принята к печати: 08.08.2024

Статья опубликована: 16.12.2024

## ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на хорошо документированные регенераторные потенциалы волокон периферической нервной системы [1], повреждения нервов остаются мировой клинической проблемой из-за широкой распространенности и недостаточной эффективности существующих методов лечения, особенно при анатомических перерывах нервов, поскольку удовлетворительное восстановление функций поврежденного нерва у взрослых часто не достигается [2] из-за недостаточной скорости и специфичности регенерации и необратимых изменений органов-мишеней. На различных моделях повреждения и регенерации нервов продемонстрированы связанные с полом отличия нейрорегенерации, однако полученные данные носят противоречивый характер. Pham T.L. et al. в эксперименте на мышах доказали, что у самок нервы роговицы регенерируют быстрее, чем у самцов [3]. Аналогичные данные получил Jones K.J. в опытах с лицевым нервом хомячков [4]. Однако Tetzlaff J., Tanzer L., Jones K.J. при аксотомии лицевого нерва грызунов доказали, что введение тестостерона ускоряет функциональное восстановление и увеличивает скорость регенерации не-

рвов [5]. Kovacic U. et al. обнаружили, что у самок крыс регенерация аксонов икроножного нерва после его раздавливания начиналась раньше, отрастающие аксоны были длиннее на 15 %, ноцицепция стопы в течение 24 недель была на 20 % обширнее, чем у самцов при одинаковом количестве регенерирующих аксонов [6]. Однако после перерезки и шва седалищного нерва более быстрая регенерация наблюдалась у самцов [7].

В настоящее время для стимуляции роста нейритов активно используется внешнее электрическое поле — электростимуляцию — активирующие нейротрофические факторы, способствующие более избирательному прорастанию аксонов к органам-мишеням [8–11], что позволяет ускорить и улучшить восстановление двигательных и чувствительных функций [12–14]. Ряд авторов выявили специфическую для пола реакцию на электростимуляцию. Maffiuletti N.A. et al. при поверхностной стимуляции четырехглавой мышцы бедра 20 мужчин и 20 женщин обнаружили более низкий сенсорный порог и более высокую сенсорную и супрамоторную возбудимость у женщин по сравнению с мужчинами, что считают доказательством нейрофизиологического объяснения более выраженного

восприятия боли. [15]. Ye X. et al. не выявили половые различия абсолютной силы сгибания локтевого сустава после сеансов высокочастотной нервно-мышечной электростимуляции, но относительная вызванная сила была почти в два раза выше у женщин по сравнению с мужчинами, что указывает на необходимость дальнейшего поиска факторов или механизмов наблюдаемых половых различий [16]. При электростимуляции проксимальной культы пересеченного лицевого нерва и введении пропионата тестостерона электростимуляция сокращала латентный период регенерации — временную задержку образования нейритов, а тестостерон ускорял общую скорость регенерации [17].

Особое место в клинической практике занимает однократная интраоперационная электростимуляция (ИЭС). Экспериментальные исследования регенерации нервных волокон после аутонейропластики (АН) показали, что 10-минутный и 60-минутный сеансы ИЭС ускоряли рост аксонов из места восстановления и способствовали функциональному восстановлению [18, 19]. Остается неизученным вопрос, проявляется ли половой диморфизм в регенерации периферических нервов через аутонейротрансплантаты и при применении однократной ИЭС.

## ЦЕЛЬ

Выявить возможные связанные с полом отличия регенерации большеберцового нерва после АН резекционного дефекта большеберцовой порции седалищного нерва и однократной ИЭС у крыс зрелого возраста.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Эксперимент выполнен на 72 лабораторных крысах линии Wistar мужского ( $n = 39$ ) и женского ( $n = 33$ ) пола (возраст — 8–15 месяцев, вес — 360–460 г). Животные содержались в контролируемых гигиенических условиях, имели доступ к воде и корму. Эксперимент выполнен согласно Европейской конвенции по защите позвоночных животных, Директиве 2010/63/EU Европейского парламента и Совета Европейского союза по охране животных, используемых в научных целях и СП 2.2.1.3218-14; ГОСТу 33217-2014; ГОСТу 33215-2014. Дизайн исследования одобрен локальным этическим комитетом ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. академика Г.А. Илизарова» Минздрава России (протокол № 2 (57) от 17.05.2018). Для наркоза и обезболивания животным внутримышечно вводили 0,8 мг гидрохлорида ксилазина и 0,4 мг тилетамина/золазепам на 100 г массы тела, после чего на правом бедре и голени выстригали шерстный покров.

В условиях операционной после обработки кожи йодно-спиртовой настойкой и внепроекторного разреза кожи осуществляли доступ к правому седалищному нерву на уровне средней трети бедра остро-тупым способом через двуглавую мышцу. Используя 8-кратное увеличение операционного микроскопа (OPMI-6, Германия), острым сосудистым микрозондом и ножницами для иридеэктомии выполняли эпифасцикулярные продольные эпиневрономические разрезы для выделения большеберцовой порции седалищного не-

рва. После резекции ее участка протяженностью 6 мм осуществляли интерфасцикулярную аутологичную пластику получившегося дефекта с использованием микрохирургического шовного материала калибра 9-0 и 10-0. В серии 1 по окончании АН рану послойно ушивали рассасывающимся шовным материалом калибра 3-0. В серии 2 сразу после АН на проксимальный участок нерва устанавливали электроды. Используя систему для электростимуляции «НейСи-3М»<sup>1</sup>, в течение 40 минут интраоперационно проводили стимуляцию проксимального отрезка нерва монополярными электрическими импульсами прямоугольной формы с амплитудой 0,25 мА, частотой 20 Гц и длительностью 100 мкс. Рану ушивали по окончании сеанса ИЭС. Серия 1 — нестимулированный контроль — серия АН; серия 2 — серия АН + ИЭС.

После 2, 4 и 6 месяцев опыта оценивали функциональное восстановление конечности посредством анализа следов-отпечатков лап крыс на пешеходной дорожке. Для этого проводили ручные измерения следующих параметров (в мм): PL — длина отпечатка стопы от пятки до 3-го пальца; TS — расстояние между 1-м и 5-м пальцами; IT — расстояние между 2-м и 4-м пальцами; KPL, KTS и KIT — данные контралатеральной конечности; OPL, OTS и OIT — данные оперированной конечности. Рассчитывали TFI — индекс функции большеберцового нерва, который при нормальной функции равен 0, а при полной потери функции равен 100. Bain J.R. et al. (1989) применяли модифицированную [20] формулу:

$$TFI = -37,2 (OPL - KPL) / KPL + 104,4 \times \\ \times (OTS - KTS) / KTS + 45,6 (OIT - KIT) / KIT - 8,8.$$

Через 2, 4 и 6 месяцев после операции крыс выводили из эксперимента. Иссеченные образцы большеберцовых нервов на уровне средней трети голени после альдегидно-осмиевой фиксации заключали в аралдит. Полутонкие срезы изготавливали на ультрамикротоме Nova (LKB, Швеция), окрашивали полихромным методом — метиленовым синим, азуром II и основным фуксином. Микроскопию срезов и получение цифровых изображений осуществляли с помощью микроскопа AxioScope.A» и цифровой камеры AxioCam (Carl Zeiss MicroImaging GmbH, Германия). Гистоморфометрировали 400–500 миелинизированных нервных волокон у каждого животного при увеличении  $\times 1000$ . Определяли их численные плотности в 1 мм<sup>2</sup> площади пучка, измеряли диаметры волокон, их аксонов и толщину миелинизированных оболочек. Для сравнения с нормой использовали гистоморфометрические данные от 10 взрослых интактных самок и самцов крыс, близких по возрасту к оперированным крысам на момент эвтаназии — 16–18 месяцев (в данной группе отсутствуют статистически значимые различия между исследуемыми количественными показателями).

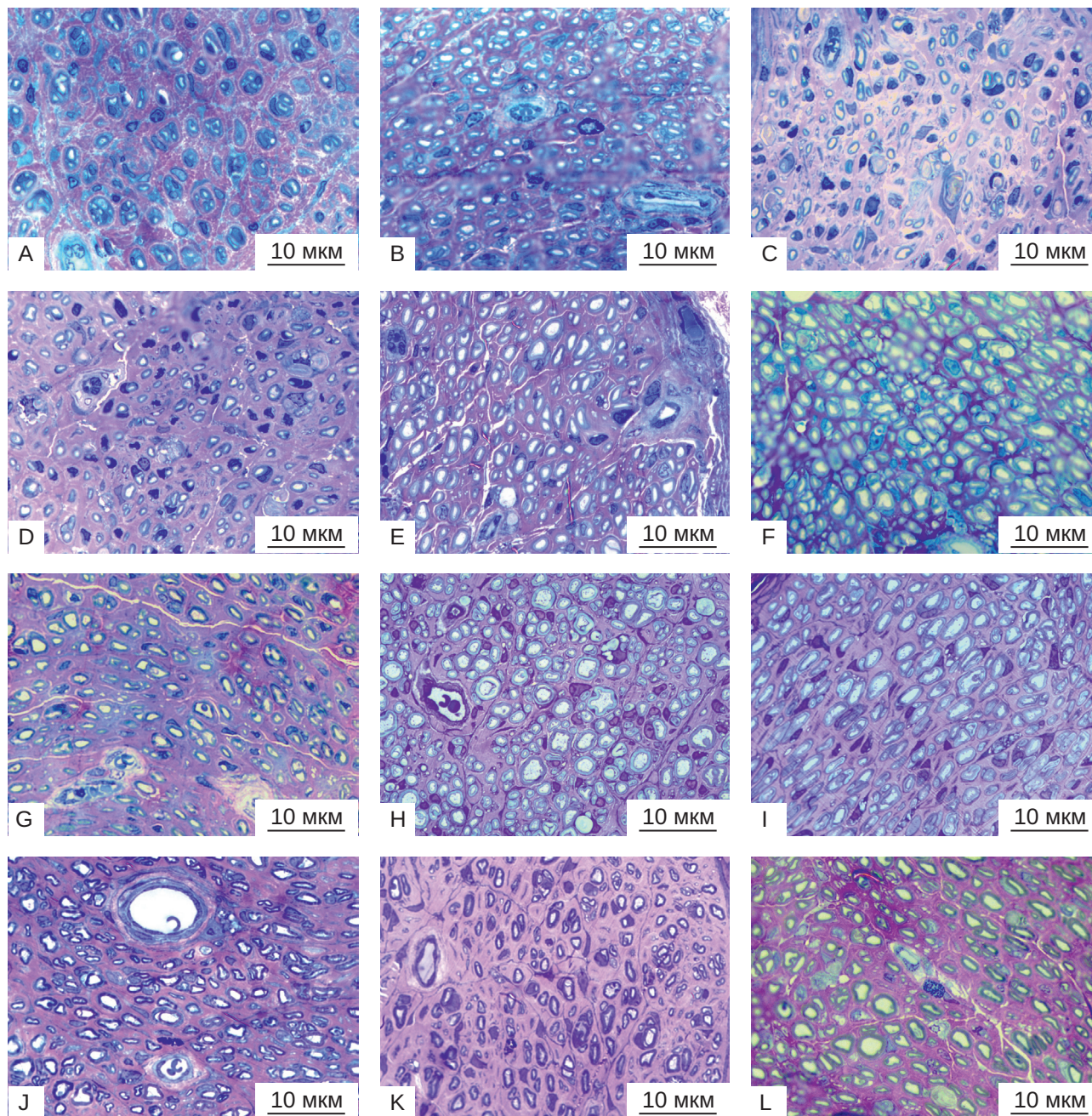
<sup>1</sup> Регистрационное удостоверение № ФСЗ 2011/10004 от 28.04.2017, ООО «Медицинские системы», г. Челябинск

Статистическую обработку данных выполнили в компьютерной программе Attestat версии 9.3.1<sup>2</sup>. Проверку выборки на нормальность распределения значений осуществляли критерием Колмогорова, попарное сравнение экспериментальных серий между собой и с контролем — критерием Манна — Уитни. Значения

параметров представляли в виде медиан и квартилей — Me [Q1; Q3].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Светооптическое исследование показало, что через 2 месяца после АН седалищного нерва в большеберцовом нерве на уровне средней трети голени во всех сериях и у самок (рис. 1А, 1В), и у самцов (рис. 1С, 1D) выявляются регенерировавшие миелинизированные



**Рис. 1.** Фрагменты поперечных полутонких срезов большеберцовых нервов крыс

**Fig.1.** Fragments of transverse semi thin sections of the tibial nerves of rats

**Примечание:** 2 месяца опыта: самки серии АН (А), АН + ИЭС (В), самцы АН (С), АН + ИЭС (D); 4 месяца опыта: самки АН (Е), АН + ИЭС (F), самцы АН (G), АН + ИЭС (H); 6 месяцев опыта: самки АН (I), АН + ИЭС (J), самцы АН (K), АН + ИЭС (L). Окраска метиленовым синим, азуром II и основным фуксином, x1000.

**Note:** 2 months of experiment: females of the AN series (A), AN + IES (B), males AN (C), AN + IES (D); 4 months of experience: females AN (E), AN + IES (F), males AN (G), AN + IES (H); 6 months of experience: females AN (I), AN + IES (J), males AN (K), AN + IES (L). Stained with methylene blue, azure II and basic fuchsin, x1000.

и безмиелиновые нервные волокна, а также регенерационные кластеры. Через 4 и 6 месяцев после операции визуально отмечается увеличение размеров миелинизированных волокон (рис. 1Е–Л), что более заметно в сериях АН + ИЭС (рис. 1F, 1H, 1J, 1L).

Количественные исследования большеберцового нерва показали, что численная плотность регенерировавших миелинизированных волокон через 2 месяца после операции в сериях без ИЭС не достигает нормы (рис. 2), особенно у самок: численная плотность волокон у самок составляет всего 44 % ( $p = 0,0002$ ) от нормы, а у самцов — 74 % ( $p = 0,0406$ ). В сериях с электростимуляцией данный параметр на этом сроке сопоставим с нормой как у самок ( $p = 0,8452$ ), так и у самцов ( $p = 0,6461$ ).

Через 4 месяца численность волокон возрастает и превышает норму, что более выражено у самцов обеих серий: в серии АН она превышает норму на 63 % ( $p = 0,0003$ ), в серии АН + ИЭС — на 58 % ( $p = 0,00005$ ), а у самок превышает норму в серии АН на 38 % ( $p = 0,0005$ ), серии АН + ИЭС — на 32 % ( $p = 0,00576$ ).

Через 6 месяцев численная плотность волокон у самок обеих серий не изменяется (рис. 2) и остается значимо выше нормы: в серии АН — на 33 % ( $p = 0,00001$ ), серии АН + ИЭС — на 36 % ( $p = 0,0006$ ). У самцов в серии АН снижается до значений самок ( $p = 0,145$ ), а в серии с ИЭС превышает норму на 47 % ( $p = 0,00007$ ).

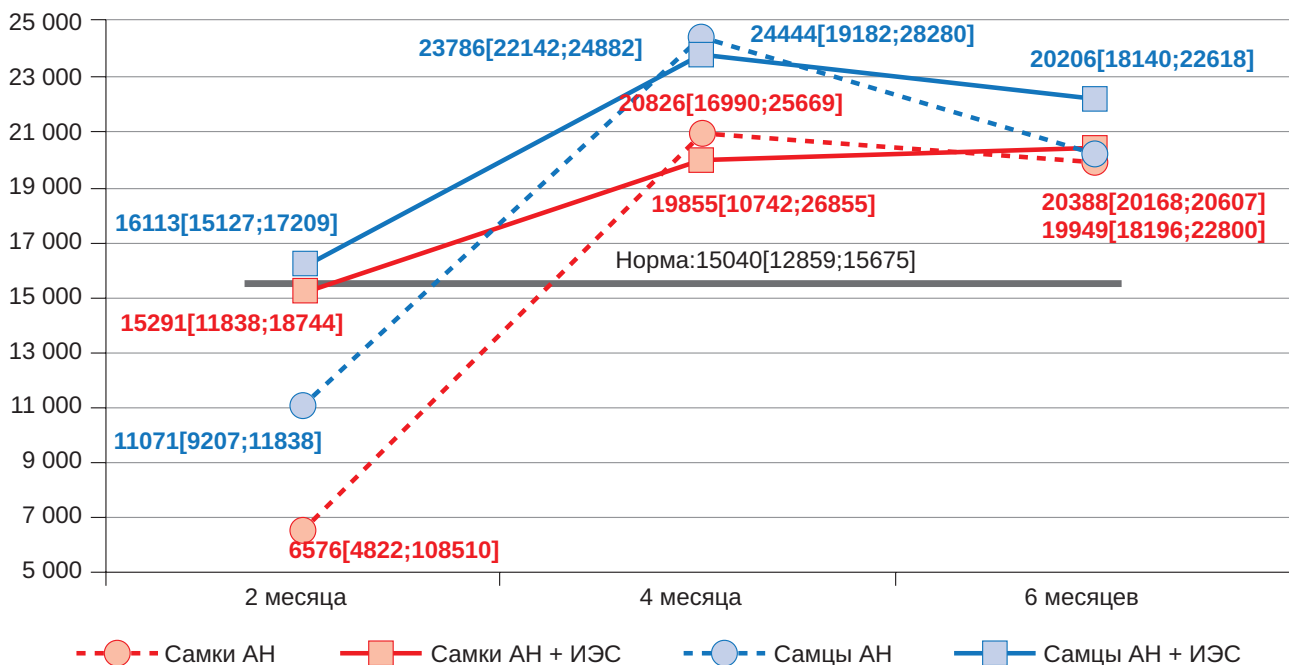
В серии АН (табл. 1) через 2 месяца после операции диаметры аксонов регенерирующих МВ больше у самцов на 6 % ( $p = 0,037$ ), а через 4 месяца у самок — на 6 % ( $p = 0,045$ ), диаметры МВ — на 8 % ( $p = 0,008$ ). Через 6 месяцев толщина миелиновых оболочек регенерирующих МВ больше у самок — на 16 % ( $p = 0,014$ ). TFI в серии АН снижается к концу опыта, особенно у самцов (рис. 4).

В серии АН + ИЭС (табл. 1 и рис. 3) через 2 месяца после операции у самок диаметры аксонов, толщина МО и диаметры МВ больше значений серии АН на 8 % ( $p = 0,02$ ), 17 % ( $p = 0,029$ ) и 12 % ( $p = 0,02$ ), через 4 месяца — на 4 % ( $p = 0,045$ ), 22 % ( $p = 0,034$ ) и 12 % ( $p = 0,038$ ), через 6 месяцев толщина миелиновых оболочек и диаметры МВ больше на 13 % ( $p = 0,039$ ) и 11 % ( $p = 0,013$ ). У самцов серии АН + ИЭС через 2 месяца после операции толщина миелиновых оболочек и диаметр МВ больше серии АН на 29 % ( $p = 0,0523$ ) и 9 % ( $p = 0,029$ ), через 4 месяца — на 17 % ( $p = 0,008$ ) и 12 % ( $p = 0,003$ ), а через 6 месяцев все размерные параметры у самцов серии АН + ИЭС выше, чем у самцов серии АН на 11 % ( $p = 0,005$ ), 24 % ( $p = 0,02$ ) и 15 % ( $p = 0,009$ ) соответственно.

TFI в серии АН + ИЭС больше значений серии АН и возрастает к концу опыта, особенно у самцов (рис. 4).

Нужно отметить, что в конце опыта с серии АН у самок и самцов диаметры аксонов составляют 55 % от нормы, толщина миелина — 61 % и 51 %, а диаметр волокон 54 % и с 51 % от нормы соответственно. В серии АН + ИЭС через 6 месяцев диаметры аксонов у самок и самцов составляют 57 % и 61 %, а толщина миелина — 69 % и 64 % от нормы соответственно, а значения диаметров волокон сопоставимы — 61 % от нормы (см. табл. 1).

При анализе следов-отпечатков стоп крыс на пешеходной дорожке установлено существенное снижение TFI. В серии АН функциональный индекс ниже, чем в серии АН + ИЭС на протяжении всего опыта, особенно у самцов (см. рис. 4). К 6 месяцам после операции и у самцов, и у самок он оказывается еще более низким, чем через 2 и 4 месяца (см. рис. 4), что свидетельствует о регрессировании двигательной функции



**Рис. 2.** Численная плотность миелинизированных нервных волокон большеберцового нерва (в 1 мм<sup>2</sup>) через 2, 4 и 6 месяцев после операции — Me [Q<sub>1</sub>; Q<sub>3</sub>]

**Fig. 2.** Numerical density of myelinated nerve fibers of the tibial nerve (in 1 mm<sup>2</sup>), 2, 4 and 6 months after surgery — Me [Q<sub>1</sub>; Q<sub>3</sub>]

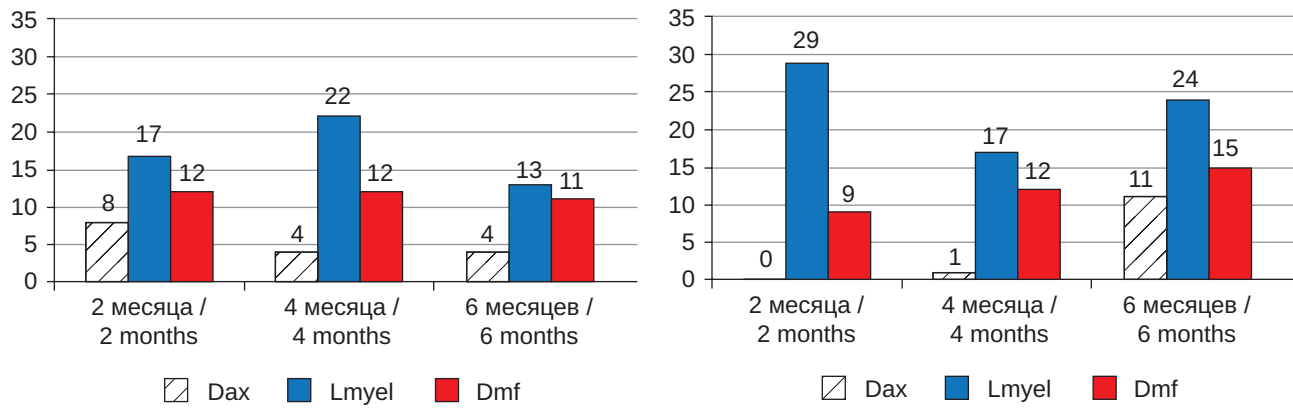
**Таблица 1.** Размерные характеристики (мкм) миелинизированных нервных волокон большеберцового нерва самок и самцов крыс в норме и опыте Me [Q<sub>1</sub>; Q<sub>3</sub>]: Dax — диаметры аксонов, Lmyel — толщина миелиновых оболочек, Dmf — диаметры миелинизированных волокон

**Table 1.** Dimensions (μm) of myelinated nerve of the fibers tibial nerve of female and male rats in norm and the Me experiment [Q<sub>1</sub>; Q<sub>3</sub>]: Dax- axonal diameters, Lmyel — myelin sheaths thickness, Dmf — myelin nerve fibers diameters

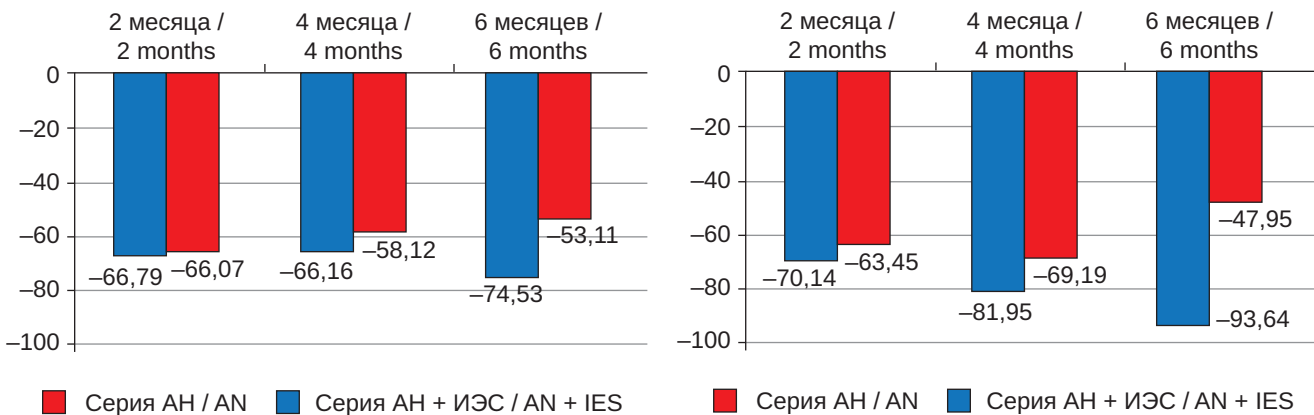
| Срок / Пол<br>Term / Gender                            | Серия / Series              | Dax                                                                  | Lmyel                                                                  | Dmf                                                                  |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 2 месяца/самки /<br>2 months/females                   | Серия 1 / Series 1<br>n = 3 | 1,77<br>[1,45; 2,15]<br>$p^{1-2} = 0,0209$<br>$p^{1f-1m} = 0,0373^*$ | 0,46<br>[0,42; 0,52]<br>$p^{1-2} = 0,0292$<br>$p^{1f-1m} = 0,7133$     | 2,68<br>[2,25; 3,18]<br>$p^{1-2} = 0,0209$<br>$p^{1f-1m} = 0,3271$   |
|                                                        | Серия 2 / Series 2<br>n = 3 | 1,92<br>[1,56; 2,33]<br>$p^{2f-2m} = 1,000$                          | 0,54<br>[0,46; 0,63]<br>$p^{2f-2m} = 0,02092$                          | 3,01<br>[2,51; 3,60]<br>$p^{2f-2m} = 0,2482$                         |
| 2 месяца/самцы /<br>2 months/males                     | Серия 1 / Series 1<br>n = 6 | 1,88<br>[1,41; 2,40]<br>$p^{1-2} = 0,0663$                           | 0,41<br>[0,32; 0,50]<br>$p^{1-2} = 0,0523$                             | 2,71<br>[2,15; 3,31]<br>$p^{1-2} = 0,0461$                           |
|                                                        | Серия 2 / Series 2<br>n = 3 | 1,89<br>[1,47; 2,35]                                                 | 0,53<br>[0,46; 0,61]                                                   | 2,94<br>[2,41; 3,55]                                                 |
| 4 месяца/Самки /<br>4 months/females                   | Серия 1 / Series 1<br>n = 9 | 2,38<br>[1,81; 3,00]<br>$p^{1-2} = 0,0496$<br>$p^{1f-1m} = 0,0454^*$ | 0,58<br>[0,46; 0,65]<br>$p^{1-2} = 0,0348$<br>$p^{1f-1m} = 0,3797$     | 3,51<br>[2,83; 4,26]<br>$p^{1-2} = 0,0342$<br>$p^{1f-1m} = 0,0081$   |
|                                                        | Серия 2 / Series 2<br>n = 6 | 2,48<br>[1,94; 3,08]<br>$p^{2f-2m} = 0,04543$                        | 0,71<br>[0,65; 0,79]<br>$p^{2f-2m} = 0,0376$                           | 3,94<br>[3,22; 4,78]<br>$p^{2f-2m} = 0,0376$                         |
| 4 месяца/самцы /<br>4 months/males<br>n=15             | Серия 1 / Series 1<br>n = 9 | 2,23<br>[1,65; 2,87]<br>$p^{1-2} = 0,07364т$                         | 0,53<br>[0,40; 0,63]<br>$p^{1-2} = 0,0084$                             | 3,24<br>[2,52; 4,03]<br>$p^{1-2} = 0,00268$                          |
|                                                        | Серия 2 / Series 2<br>n = 6 | 2,35<br>[1,82; 2,94]                                                 | 0,62<br>[0,50; 0,75]                                                   | 3,62<br>[2,91; 4,37]                                                 |
| 6 месяцев/самки /<br>6 months/females                  | Серия 1 / Series 1<br>n = 7 | 2,42<br>[2,35; 2,58]<br>$p^{1-2} = 0,07186т$<br>$p^{1f-1m} = 0,9233$ | 0,64<br>[0,60; 0,68]<br>$p^{1-2} = 0,03876$<br>$p^{1f-1m} = 0,01413^*$ | 3,65<br>[3,58; 3,90]<br>$p^{1-2} = 0,01368$<br>$p^{1f-1m} = 0,0675т$ |
|                                                        | Серия 2 / Series 2<br>n = 5 | 2,55<br>[2,00; 3,27]<br>$p^{2f-2m} = 0,1000$                         | 0,72<br>[0,60; 0,89]<br>$p^{2f-2m} = 0,10034$                          | 4,04<br>(3,21; 5,06]<br>$p^{2f-2m} = 0,4652$                         |
| 6 месяцев/самцы /<br>6 months/ males                   | Серия 1 / Series 1<br>n = 9 | 2,42<br>[1,84; 2,84]<br>$p^{1-2} = 0,0045$                           | 0,54<br>[0,44; 0,62]<br>$p^{1-2} = 0,02013$                            | 3,50<br>[2,79; 4,04]<br>$p^{1-2} = 0,0098$                           |
|                                                        | Серия 2 / Series 2<br>n = 6 | 2,71<br>[2,02; 3,53]                                                 | 0,67<br>[0,53; 0,83]                                                   | 4,05<br>[3,14; 5,12]                                                 |
| Норма (интактные крысы) /<br>Norm (intact rats) n = 10 |                             | 4,44<br>(4,17; 4,60)                                                 | 1,05<br>[0,89; 1,16]                                                   | 6,81<br>[6,50; 6,89]                                                 |

**Примечание:** Серия 1 — АН, серия 2 — АН и ИЭС,  $p^{1-2}$  — уровень значимости отличий при попарном сравнении серий 1 и 2,  $p^{1f-1m}$  — уровень значимости отличий самок (f) и самцов (m) серии уровень значимости отличий 1,  $p^{2f-2m}$  — уровень значимости отличий самок и самцов серии уровень значимости отличий 2 по критерию Манна — Уитни, различия достоверны при  $p < 0,05$ .

**Note:** Series 1 — AN, series 2 — AN and intraoperative electrical stimulation.  $p^{1-2}$  — level of significance of differences in pair-wise comparison of series 1 and 2,  $p^{1f-1m}$  — level of significance of differences females and males of series 1,  $p^{2f-2m}$  — level of significance of differences females and males of series 2 according to the Mann-Whitney test, differences are significant at  $p < 0.05$ .



**Рис. 3.** Диаграммы, отражающие разницу значений (%) диаметров аксонов (Dax), толщины миелиновых оболочек (Lmyel) и диаметров миелиновых нервных волокон (Dmf) на этапах эксперимента серии АН + ИЭС в сравнении с серией АН. F — самки, M — самцы  
**Fig. 3.** Diagrams reflecting the difference in values (%) of axon diameters (Dax), thickness of myelin sheaths (Lmyel) and diameters of myelin fibers (Dmf) at the stages of the experiment of the AN + IES series in comparison with the AN series. F — females, M — males



**Рис. 4.** Динамика индекса функции большеберцового нерва, где TFI = 0 — нормальная функция, TFI = -100 — полная потеря функции. F — самки, M — самцы  
**Fig. 4.** Dynamics of the tibial nerve function index, where TFI = 0 — normal function, TFI = -100 — complete loss of function. F — females, M — males

в серии АН. Связанная с полом разница показателей TFI в серии АН подтверждается статистически через 4 месяца после операции ( $p = 0,0473$ ).

В серии АН + ИЭС крыс обоего пола наблюдается положительная динамика TFI, к 6 месяцам он повышается (см. рис. 4), что расценивается как положительная динамика. TFI к концу опыта в серии АН + ИЭС выше у самцов, значимость отличия от самок на уровне статистической тенденции ( $p = 0,0568$ ).

В силу выраженной межиндивидуальной вариативности TFI разница этого показателя в сериях АН и АН + ИЭС подтвердилась статистически только у самцов в срок 6 месяцев после операции ( $p = 0,0338$ ).

Анализ экспериментальных данных показал, что через 2 и 4 месяца после пересечения большеберцовой порции седалищного нерва крыс у нестимулированных самцов по сравнению с самками большее количество регенерирующих аксонов достигает уровня средней трети голени, о чем свидетельствуют более высокие значения численной плотности миелинизированных волокон большеберцового нерва. Это согласуется с данными других авторов, выявивших после перерезки и шва седалищного не-

рва более быстрое отрастание регенерировавших аксонов у самцов [7]. Кроме того, в выполненном нами исследовании через 2 месяца после операции у самцов по сравнению с самками регенерировавшие миелинизированные волокна имеют большие диаметры аксонов. Однако в последующие сроки опыта регенерировавшие нервные волокна становятся крупнее у самок (через 4 месяца после операции это отличие достоверно, а через 6 — на уровне статистической тенденции), при этом через 4 месяца у самок крупнее аксоны, а через 6 месяцев достоверно больше толщина МО регенерирующих волокон. Отличия структурных параметров регенерирующих волокон согласуются с результатами исследования двигательной функции конечности: через 4 месяца после операции большеберцовый функциональный индекс достоверно ниже у самцов. С другой стороны, более выраженное снижение большеберцового функционального индекса у самцов в наших опытах согласуется с результатами исследования других авторов — в экспериментах с подвешиванием нижней конечности у самок лучше, чем у самцов, сохранялась функция мышц [21].

В выполненном исследовании связанные с полом отличия выявлены также и в стимулированных подгруппах животных. Диаметры регенерирующих нервных волокон в сериях с ИЭС на всех сроках опыта были крупнее, чем у нестимулированных животных как у самок, так и у самцов. При этом прирост диаметров аксонов через 2 и 4 месяца после операции был статистически значимым только у самок, а через 6 месяцев — только у самцов. Прирост толщины МО регенерирующих нервных волокон при ИЭС по сравнению с нестимулированными животными был статистически значимым и у самцов, и у самок. Наиболее выраженный прирост размерных параметров регенерирующих нервных волокон отмечен через 6 месяцев после операции в группе самцов. Именно в этот срок

опыта выявлено достоверное отличие подгруппы стимулированных самцов от подгруппы стимулированных самок по величине большеберцового функционального индекса.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Через 2 месяца после АН у самцов рост и дифференцировка нервных волокон осуществляется быстрее, чем у самок, далее отличия инвертируются. Несмотря на увеличение гистоморфометрических показателей регенерации, у нестимулированных животных к концу опыта снижается TFI, особенно у самцов. У стимулированных крыс по сравнению с нестимулированными морфофункциональные показатели регенерации во всех сроках опыта лучше, в большей мере у самцов.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Щудло Наталья Анатольевна**, доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник экспериментальной лаборатории, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. академика Г.А. Илизарова» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9914-8563>

**Варсегова Татьяна Николаевна**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории морфологии, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. академика Г.А. Илизарова» Минздрава России.

E-mail: varstn@mail.ru, office@rncvto.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5430-2045>

**Кубрак Надежда Владимировна**, младший научный сотрудник экспериментальной лаборатории, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. академика Г.А. Илизарова» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7494-8342>

**Ступина Татьяна Анатольевна**, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник экспериментальной лаборатории, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. академика Г.А. Илизарова» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3434-0372>

**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: Щудло Н.А. — руководство проектом, научное обоснование, методология, проведение исследования, курация данных, написание и редактирование текста статьи; Варсегова Т.Н. — проведение исследования, анализ данных, написание черновика рукописи; Кубрак Н.В. — проведение исследования, анализ данных; Ступина Т.А. — проведение исследования, анализ данных.

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

**Конфликт интересов.** 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 Европейской конвенции по защите позвоночных животных, Директиве 2010/63/EU Европейского парламента и Совета Европейского союза по охране животных, используемых в научных целях и СП 2.2.1.3218-14; ГОСТу 33217-2014; ГОСТу 33215-2014. Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. академика Г.А. Илизарова» Минздрава России (протокол № 2 (57) от 17.05.2018).

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

### ADDITIONAL INFORMATION

**Nathalia A. Shchudlo**, D.Sc. (Med.), Leading Researcher of the Experimental Laboratory, National Ilizarov Medical Research Center for Traumatology and Ortopedics.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9914-8563>

**Tatyana N. Varsegova**, Ph.D. (Biol.), Senior Researcher of the Laboratory of Morphology, National Ilizarov Medical Research Center for Traumatology and Ortopedics.

E-mail: varstn@mail.ru, office@rncvto.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5430-2045>

**Nadezhda V. Kubrak**, Junior Researcher of the Experimental

Laboratory, National Ilizarov Medical Research Center for Traumatology and Ortopedics.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7494-8342>

**Tatyana A. Stupina**, Ph.D. (Biol.), Leading Researcher of the Laboratory of Morphology, National Ilizarov Medical Research Center for Traumatology and Ortopedics.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3434-0372>

**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: Shchudlo N.A. — project administration, conceptualization, methodology, investigation, data curation, writing and editing the text of the article; Varsegova T.N. — investigation, formal analysis, writing – original draft; Kubrak N.V. — investigation, formal analysis; Stupina T.A. — investigation, formal 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 are in accordance with the ethical standards of the institutions that conducted the study and are consistent with the European Convention for the Protection of Vertebrate Animals, Directive 2010/63/EU of the European Parliament and of the Council of the European Union on the protection of animals used for scientific purposes and SP 2.2.1.1.3218-14; GOST 33217-2014; GOST 33215-2014. The study was approved by the Local Ethics Committee of the National Ilizarov Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics, Protocol No. 2 (57) dated 17.05.2018.

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

## Список литературы / References

- Clements M.P., Byrne E., Camarillo Guerrero L.F., et al. The wound microenvironment reprograms schwann cells to invasive mesenchymal-like cells to drive peripheral nerve regeneration. *Neuron*. 2017; 96: 98–114.e117. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2017.09.008>
- Palispis W.A., Gupta R. Surgical repair in humans after traumatic nerve injury provides limited functional neural regeneration in adults. *Exp. Neurol*. 2017; 290: 106–114. <https://doi.org/10.1016/j.expneurol.2017.01.009>
- Pham T.L., Kakazu A., He J., Bazan H.E.P. Mouse strains and sexual divergence in corneal innervation and nerve regeneration. *FASEB J*. 2019; 33(3): 4598–4609. <https://doi.org/10.1096/fj.201801957R>
- Jones K.J. Recovery from facial paralysis following crush injury of the facial nerve in hamsters: differential effects of gender and androgen exposure. *Exp Neurol*. 1993; 121(1): 133–138. <https://doi.org/10.1006/exnr.1993.1079>
- Tetzlaff J., Tanzer L., Jones K.J. Cellular localization of androgen and estrogen receptors in mouse-derived motoneuron hybrid cells and mouse facial motoneurons. *Dev Neurobiol*. 2007; 67(10): 1362–1370. <https://doi.org/10.1002/dneu.20505>
- Kovacic U., Zele T., Osredkar J., et al. Sex-related differences in the regeneration of sensory axons and recovery of nociception after peripheral nerve crush in the rat. *Exp Neurol*. 2004; 189(1): 94–104. <https://doi.org/10.1016/j.expneurol.2004.05.015>
- Stenberg L., Dahlin L.B. Gender differences in nerve regeneration after sciatic nerve injury and repair in healthy and in type 2 diabetic Goto-Kakizaki rats. *BMC Neurosci*. 2014; 15: 107. <https://doi.org/10.1186/1471-2202-15-107>
- Huang J., Ye Z., Hu X., Lu L., Luo Z. Electrical stimulation induces calcium-dependent release of NGF from cultured Schwann cells *Glia*. 2010; 58(5): 622–631. <https://doi.org/10.1002/glia.20951>
- Koppes A.N., Nordberg A.L., Paolillo G.M., et al. Electrical stimulation of schwann cells promotes sustained increases in neurite outgrowth. *Tissue Eng Part A*. 2014; 20(3–4): 494–506. <https://doi.org/10.1089/ten.TEA.2013.0012>
- Patel N., Poo M.M. Orientation of neurite growth by extracellular electric fields. *J. Neurosci*. 1982; 2(4): 483–496. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.02-04-00483.1982>
- McCaig C.D., Sangster L., Stewart R. Neurotrophins enhance electric field-directed growth cone guidance and directed nerve branching. *Dev Dyn*. 2000; 217(3): 299–308. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0177\(200003\)217:3<299::AID-DVDY8>3.0.CO;2-G](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0177(200003)217:3<299::AID-DVDY8>3.0.CO;2-G)
- Худяев А.Т., Мартель И.И., Самылов В.В. и др. Малоинвазивные методы лечения повреждений периферических нервов. *Гений ортопедии*. 2012; 1: 85–88. [Khudyaev A.T., Martel I.I., Samylov V.V., et al. Little-invasive techniques of treating peripheral nerve injuries. *Genij Ortopedii*. 2012; 1: 85–88 (In Russ.)]
- Бажанов С.П., Шувалов С.Д., Бахареv Р.М. и др. Сравнительный анализ ближайших результатов хирургического лечения пациентов с закрытыми тракционными повреждениями плечевого сплетения. *Гений ортопедии*. 2022; 28(5): 631–635. <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2022-28-5-631-635> [Bazhanov S.P., Shuvalov S.D., Bakharev R.M., et al. Comparison of short-term surgical outcomes of patients with closed brachial plexus traction injury. *Genij Ortopedii*. 2022; 28(5): 631–635. <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2022-28-5-631-635> (In Russ.)]
- Щурова Е.Н., Прудникова О.Г., Качесова А.А. и др. Улучшение функционального состояния пациентов с последствиями позвоночно-спинномозговой травмы при эпидуральной электростимуляции: проспективное исследование. *Вестник восстановительной медицины*. 2023; 22(6): 28–41. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-6-28-41> [Shchurova E.N., Prudnikova O.G., Kachesova A.A., et al. Improvement of Functional State of Patients after Spinal Cord Injury During Epidural Electrical Stimulation: Prospective Study. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2023; 22(6): 28–41. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-6-28-41> (In Russ.)]
- Maffiuletti N.A., Herrero A.J., Jubeau M., et al. Differences in electrical stimulation thresholds between men and women. *Ann Neurol*. 2008; 63(4): 507–512. <https://doi.org/10.1002/ana.21346>
- Ye X., Gockel N., Vala D., et al. Wide-Pulse High-Frequency Neuromuscular Electrical Stimulation Evokes Greater Relative Force in Women Than in Men: A Pilot Study. *Sports (Basel)*. 2022; 10(9): 134. <https://doi.org/10.3390/sports10090134>
- Sharma N., Marzo S.J., Jones K.J., Foecking E.M. Electrical stimulation and testosterone differentially enhance expression of regeneration-associated genes. *Exp. Neurol*. 2010; 223(1): 183–191. <https://doi.org/10.1016/j.expneurol.2009.04.031>
- Calvey C., Zhou W., Stakleff K.S., et al. Short-term electrical stimulation to promote nerve repair and functional recovery in a rat model. *J. Hand Surg. Am*. 2015; 40(2): 314–322. <https://doi.org/10.1016/j.jhssa.2014.10.002>
- Koh G.P., Fouad C., Lanzinger W., et al. Effect of Intraoperative Electrical Stimulation on Recovery after Rat Sciatic Nerve Isograft Repair. *Neurotrauma Rep*. 2020; 1(1): 181–191. <https://doi.org/10.1089/neur.2020.0049>
- Bain J.R., Mackinnon S.E., Hunter D.A. Functional evaluation of complete sciatic, peroneal, and posterior tibial nerve lesions in the rat. *Plastic and reconstructive surgery*. 1989; 83(1): 129–138.
- Mortreux M., Rosa-Caldwell M.E., Stiehl I.D., et al. Hindlimb suspension in Wistar rats: Sex-based differences in muscle response. *Physiol Rep*. 2021; 9(19): e15042. <https://doi.org/10.14814/phy2.15042>

Серия клинических наблюдений / Case-series report  
DOI: <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-6-71-82>

# Мониторинг электродермальной активности в диагностике стресса у перенесших инсульт пациентов (3 клинических наблюдения)

 Кузюкова А.А. \*,  Загайнова А.Ю.,  Одарущенко О.И.,  Пёхова Я.Г.,  
 Нувахова М.Б.,  Марченкова Л.А.,  Борисевич О.О.

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

## РЕЗЮМЕ

**ОБОСНОВАНИЕ.** Частыми последствиями инсульта являются инвалидизирующий неврологический дефицит, боль, когнитивные и аффективные расстройства, вызывающие дистресс у пациентов, однако общепринятые методы диагностики не всегда успешны в его выявлении. В настоящее время все больше накапливается данных о том, что оценка уровня симпатической активации по параметрам электродермальной активности (ЭДА) является эффективной для диагностики стрессовых состояний.

**ЦЕЛЬ.** Оценить возможность объективизации стресса по параметрам ЭДА у пациентов, перенесших инсульт, на примерах клинических наблюдений.

**ОПИСАНИЕ СЛУЧАЕВ.** Трём пациентам, перенесшим инсульт (I69.3), в начале и в конце реабилитации, помимо клинической и метрической оценки, проводилась регистрация ЭДА. В 1-м наблюдении стрессовый уровень показателей ЭДА исходно совпадал с высокими уровнями тревоги и депрессии, редукция которых в конце реабилитации до оптимальных значений привела к нормализации ЭДА. Во 2-м наблюдении у пациента в начале и в конце реабилитации, несмотря на минимальный неврологический дефицит, отсутствие боли, аффективных нарушений и жалоб на дискомфорт, регистрировались стрессовые показатели ЭДА, обуславливающиеся ранее не диагностированными алекситимией и персистирующим психосоматическим расстройством. В 3-м наблюдении у пациентки с выраженным неврологическим дефицитом, предъявлявшей к себе повышенные требования, исходно нормальные показатели ЭДА в конце реабилитации при отсутствии жалоб на самочувствие сменились на стрессовые в связи с перетренированностью.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Представленные клинические наблюдения могут быть полезными для неврологов, психологов, психиатров и психотерапевтов. Они демонстрируют, что учет показателей ЭДА в комплексной оценке состояния перенесших инсульт пациентов позволяет повысить выявляемость стресса и оптимизировать реабилитационные мероприятия.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** стресс, электродермальная активность, кожная проводимость, инсульт, симпатическая активация, депрессия, боль, постинсультная реабилитация

**Для цитирования / For citation:** Кузюкова А.А., Загайнова А.Ю., Одарущенко О.И., Пёхова Я.Г., Нувахова М.Б., Марченкова Л.А., Борисевич О.О. Мониторинг электродермальной активности в диагностике стресса у перенесших инсульт пациентов (3 клинических наблюдения). Вестник восстановительной медицины. 2024; 23(6):71-82. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-6-71-82> [Kuzuyukova A.A., Zagaynova A.Yu., Odarushenko O.I., Pekhova Ya.G., Nuvakhova M.B., Marchenkova L.A., Borisevich O.O. Monitoring of Electrodermal Activity in the Diagnosis of Stress in Stroke Patients (3 Clinical Case Reports). Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(6):71-82. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-6-71-82> (In Russ.).]

\* **Для корреспонденции:** Кузюкова Анна Александровна, E-mail: [kuzuyukovaaa@nmicrk.ru](mailto:kuzuyukovaaa@nmicrk.ru), [anna\\_kuzuyukova@mail.ru](mailto:anna_kuzuyukova@mail.ru)

Статья получена: 03.04.2024

Статья принята к печати: 24.06.2024

Статья опубликована: 16.12.2024

# Monitoring of Electrodermal Activity in the Diagnosis of Stress in Stroke Patients (3 Clinical Case Reports)

 Anna A. Kuzyukova\*,  Anastasia Yu. Zagaynova,  Olga I. Odarushenko,  Yana G. Pekhova,  Margarita B. Nuvakhova,  Larisa A. Marchenkova,  Olga O. Borisevich

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

## ABSTRACT

**BACKGROUND.** Common consequences of stroke are disabling neurological deficits, pain, cognitive and affective disorders that cause distress in patients, but generally accepted diagnostic methods are not always successful in detecting it. Currently, there is an increasing accumulation of data that the assessment of the level of sympathetic activation according to the parameters of electrodermal activity (EDA) is effective for the diagnosis of stressful conditions.

**AIM.** To evaluate the possibility of objectification of stress by EDA parameters in stroke patients using examples of clinical observations.

**CASES DESCRIPTION.** In addition to clinical and metric assessment, EDA was registered in 3m stroke patients (I69.3) at the beginning and at the end of rehabilitation. In the 1st observation, the stress level of EDA indicators initially coincided with high levels of anxiety and depression, the reduction of which at the end of rehabilitation to optimal values led to normalization of EDA. In the 2nd case, at the beginning and at the end of rehabilitation, despite minimal neurological deficit, absence of pain and affective disorders and any complaints, stress indicators of EDA were recorded, due to previously undiagnosed alexithymia and persistent psychosomatic disorder. In the 3rd observation, a patient with a pronounced neurological deficit, who made increased demands on herself, initially normal EDA indicators, at the end of rehabilitation, in the absence of any complaints, changed to stressful ones due to overtraining.

**CONCLUSION.** The presented clinical observations can be useful for neurologists, psychologists, psychiatrists and psychotherapists, they demonstrate that taking into account ED indicators in a comprehensive assessment of the condition of stroke patients can increase the detection of stress and optimize rehabilitation measures.

**KEYWORDS:** stress, electrodermal activity, skin conductance, stroke, sympathetic activation, depression, pain, post-stroke rehabilitation

**For citation:** Kuzyukova A.A., Zagaynova A.Yu., Odarushenko O.I., Pekhova Ya.G., Nuvakhova M.B., Marchenkova L.A., Borisevich O.O. Monitoring of Electrodermal Activity in the Diagnosis of Stress in Stroke Patients (3 Clinical Case Reports). Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(6):71-82. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-6-71-82> (In Russ.).

\* **For correspondence:** Anna A. Kuzyukova, E-mail: [kuzyukovaaa@nmicrk.ru](mailto:kuzyukovaaa@nmicrk.ru), [anna\\_kuzyukova@mail.ru](mailto:anna_kuzyukova@mail.ru)

**Received:** 03.04.2024

**Accepted:** 24.06.2024

**Published:** 16.12.2024

## ОБОСНОВАНИЕ

В восстановительной медицине реабилитация пациентов с инсультом является одним из ведущих направлений. Инсульт до сих пор остается тяжелым бременем для государства: ежегодно в Российской Федерации его переносят 430–470 тыс. человек. Возникающий в течение года после перенесенного инсульта социально-экономический ущерб составляет около 0,3 % валового внутреннего продукта страны [1]. Из всех пациентов, перенесших мозговой инсульт только 10–15 % возвращаются к трудовой деятельности, около 60 % становятся инвалидами, способными себя обслуживать, 19–35 % полностью зависимы от окружающих [2]. По данным различных источников, распространенность постинсультной боли варьирует от 34 % до 80 % [3], а частота когнитивных нарушений — от 50 % до 96 %. Их выявляемость существенно повышается при использовании расширенных методов диагностики [4]. Эмоциональные нарушения в восстановительный период инсульта присутствуют в среднем у 33,5 % пациентов и в основном представлены депрессией, расстройством адаптации и тревогой [5]. 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 [6]. Однако верификация данных состояний при помощи существующих шкал и опросников не всегда успешна [7].

Выраженный двигательный дефицит, афазия, односторонняя пространственная агнозия, нарушение зрения, мочеиспускания, расстройства чувствительности, боль, эмоциональные и когнитивные нарушения у пациентов, перенесших инсульт, обуславливают дискомфорт, в ряде случаев доходящий до уровня дистресса, сопровождающийся избыточной симпатической активацией, негативно отражающейся на самочувствии (увеличивается риск повторных инсультов, инфарктов и смертности). Поиск доступных эффективных методов, направленных на объективизацию уровня стресса, является весьма актуальным. В настоящее время в медицине возрос интерес к исследованию электродермальной активности (ЭДА), как к способу определения уровня симпатической активации [8–15]. Установлено, что регистрация ЭДА может диагностировать стресс в 94 % случаев [8, 9] и являться полезным дополнением, позволяющим диагностировать стресс в повседневной жизни [10]. Регистрация ЭДА оказалась эффективной

для оценки уровня боли, эффективности обезболивания в послеоперационный период [11, 12] и для диагностики депрессивных расстройств [13–15]. Наш собственный опыт мониторинга ЭДА у перенесших инсульт пациентов также свидетельствует в пользу его перспективности для диагностики стрессовых состояний.

## ЦЕЛЬ

Оценить возможность объективизации стресса по параметрам ЭДА у пациентов, перенесших инсульт, на примерах клинических наблюдений.

## ОПИСАНИЕ СЛУЧАЕВ

Три пациента, перенесших инсульт (I69.3), проходили 3-недельную реабилитацию на базе ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России. Реабилитационный комплекс включал групповые занятия лечебной физкультурой, массаж, различные виды механотерапии и/или роботизированной механотерапии с биологической обратной связью, эрготерапию, психологическое консультирование, занятия с логопедом и/или нейропсихологом, физиотерапевтические методики. Выбор определенной методики и составление индивидуального плана медицинской реабилитации осуществлялись специалистами мультидисциплинарной реабилитационной команды в зависимости от выраженности неврологического дефицита. В начале и в конце реабилитации проводилось обследование, включающее осмотр неврологом, психотерапевтом, психологом с заполнением диагностических шкал и опросников.

Для оценки степени выраженности пареза и проявления спастичности использовались 6-балльная шкала оценки мышечной силы (норма — 6 баллов) и модифицированная шкала спастичности Эшфорта (норма — 0 баллов) соответственно. Для оценки мобильности и баланса, риска падений использовалась шкала баланса Берг (41–56 баллов — низкий риск падения; 21–40 баллов — средний риск падения; 0–20 баллов — высокий риск падения) и индекс мобильности Ривермид (0 баллов — невозможность самостоятельно выполнять какие-либо произвольные движения; 15 баллов — возможность пробежать 10 м); для оценки степени неврологических нарушений — шкала инсульта NINSS (3–8 балла — нарушения легкой степени, 9–12 балла — средней степени, 13–15 баллов — тяжелые нарушения); для оценки боли — визуально-аналоговая шкала (0 баллов — боли нет, 10 баллов — боль невыносимая, заполняет все). Для оценки эмоционального состояния применялись шкала депрессии Бека (0–9 баллов — норма, 10–18 — легкая депрессия, 19–29 — умеренная депрессия, 30 баллов и более — явно выраженная депрессия) и шкала ситуативной и личностной тревожности Спилбергера – Ханина (31–44 — умеренная, 45 баллов и более — высокая); для оценки когнитивных функций — Монреальская шкала когнитивных нарушений (МОСА) (менее 26 баллов — когнитивные нарушения); для оценки качества жизни — шкала оценки качества жизни при инсульте (максимальный балл — 245).

Всем пациентам проводилась регистрация ЭДА с визуализацией показателей на графическом тренде и диаграмме рассеяния (рис. 1–3). Графический тренд показы-

вает спектральную мощность реакции кожной проводимости (IP) — интенсивность (силы) воздействия стрессирующих стимулов в пределах предустановленного стандартного 1-минутного временного интервала. Зеленая зона соответствует среднему, ниже среднего и низкому уровням симпатической активации, серая — повышенному уровню, красная — высокому и очень высокому уровням. Диаграмма рассеяния показывает графическое отображение числовых значений индекса симпатического доминирования (SDI) и индекса ритма (PVI) в виде точечной проекции данных по 4 квадрантам декартовой координатной плоскости. Исходя из диапазона разброса точек на координатной плоскости, можно произвести качественную оценку величин индексов, которую осуществляют по следующим уровням индексов: предельно низкий (менее –4); очень низкий (–4), низкий (–3); пониженный (–2); пороговый ( $0 \pm 1$ ); повышенный (+2); высокий (+3); очень высокий (+4); чрезмерно высокий (более +4) (рис. 1–3). Нижнему левому квадранту соответствует сочетание значений SDI и PVI ниже пороговых значений, указывающее на отсутствие каких-либо проявлений физического и/или эмоционального стресса; нижнему правому квадранту — сочетание значений SDI ниже порогового уровня на фоне значений PVI выше пороговых (наблюдается при физиологическом сне и спокойном бодрствовании); правому верхнему квадранту — параметры SDI и PVI выше пороговых значений (характерно для состояния активного бодрствования в условиях воздействия различных по силе действия факторов физического, психоэмоционального или смешанного стресса); сосредоточение точек в левом верхнем квадранте свидетельствует о стрессовом перенапряжении, выраженность которого коррелирует с удаленностью точек от центра оси абсцисс и ординат (чем дальше находятся точки, тем стрессовое перенапряжение сильнее). Отображаемые на дисплее в виде графика и диаграммы параметры ЭДА позволяют специалистам, не владеющим знаниями вычисляемых цифровых показателей, быстро сориентироваться в состоянии пациента (рис. 1–3).

## Клиническое наблюдение 1

**Пациентка П., 62 года.** Из анамнеза известно следующее: по специальности она медсестра, любила свою работу, отличалась ответственностью, исполнительностью и одновременно повышенной тревожностью. Длительно состояла в браке, отношения были сложные из-за тяжелого характера мужа, 6 лет назад овдовела. На протяжении последних 7 лет отмечаются периоды повышения артериального давления и нарушения сна, отчасти связанные с суточными дежурствами и некомфортной ситуацией дома. Регулярно гипотензивную терапию не принимала. В августе прошлого года по вине сына в квартире произошел пожар. Очень переживала, волновалась, через 2 недели перенесла острое нарушение мозгового кровообращения с двигательными нарушениями в правых конечностях, через 10 месяцев поступила на реабилитацию.

При первичном осмотре выявлены легкие неврологические нарушения. Пациентка передвигалась самостоятельно без опоры на трость, жаловалась на неловкость в руке. В психическом состоянии на передний план выступали эмоциональные нарушения: высказы-

вала тревожные переживания по поводу будущего, опасалась утраты трудоспособности. По шкале депрессии Бека определялась умеренная депрессия, а по шкале Спилбергера — Ханина — высокие показатели ситуативной и личностной тревоги, достигающие клинического уровня (табл. 1).

Регистрация ЭДА выявила повышенную симпатическую активацию (на графическом тренде кривая располагалась в серой и красной зонах, на диаграмме рассеяния регистрировалось сосредоточение точек в верхне-левом квадранте), свидетельствующее о наличии стрессового состояния (рис. 1). В связи с выявленными тревожными и депрессивными расстройствами П. был дополнительно назначен антидепрессант.

При осмотре в конце реабилитации в неврологическом состоянии имела место лишь небольшая динамика в виде улучшения мобильности и баланса. Тогда как в эмоциональной сфере улучшение было отчетливым: Пациентка субъективно отмечала значительное снижение тревоги и подавленности, сопровождающееся значительной редукцией тревожности и депрессии по шкалам Спилбергера — Ханина и Бека, наряду с существенным (на 37 баллов) улучшением по шкале качества жизни (табл. 1). По показателям ЭДА также произошла положительная динамика (на графическом тренде кривая распределялась преимущественно в зеленой зоне, а на диаграмме рассеяния облако рассеяния стало смещаться с верхне-левого квадранта вниз к центру в сторону нижне-правого), свидетельствующая о сни-

жении уровня симпатического доминирования с высоких до повышенных и пороговых величин и повышении индекса реактивности с низких до пониженных и пороговых величин (см. рис. 1).

Таким образом, мониторинг ЭДА у пациентки П. позволил исходно подтвердить наличие стрессового состояния, обусловленного выраженной аффективной патологией, оптимизировать тактику лечения (добавить антидепрессивную терапию) и объективизировать снижение стрессовой напряженности в конце реабилитации.

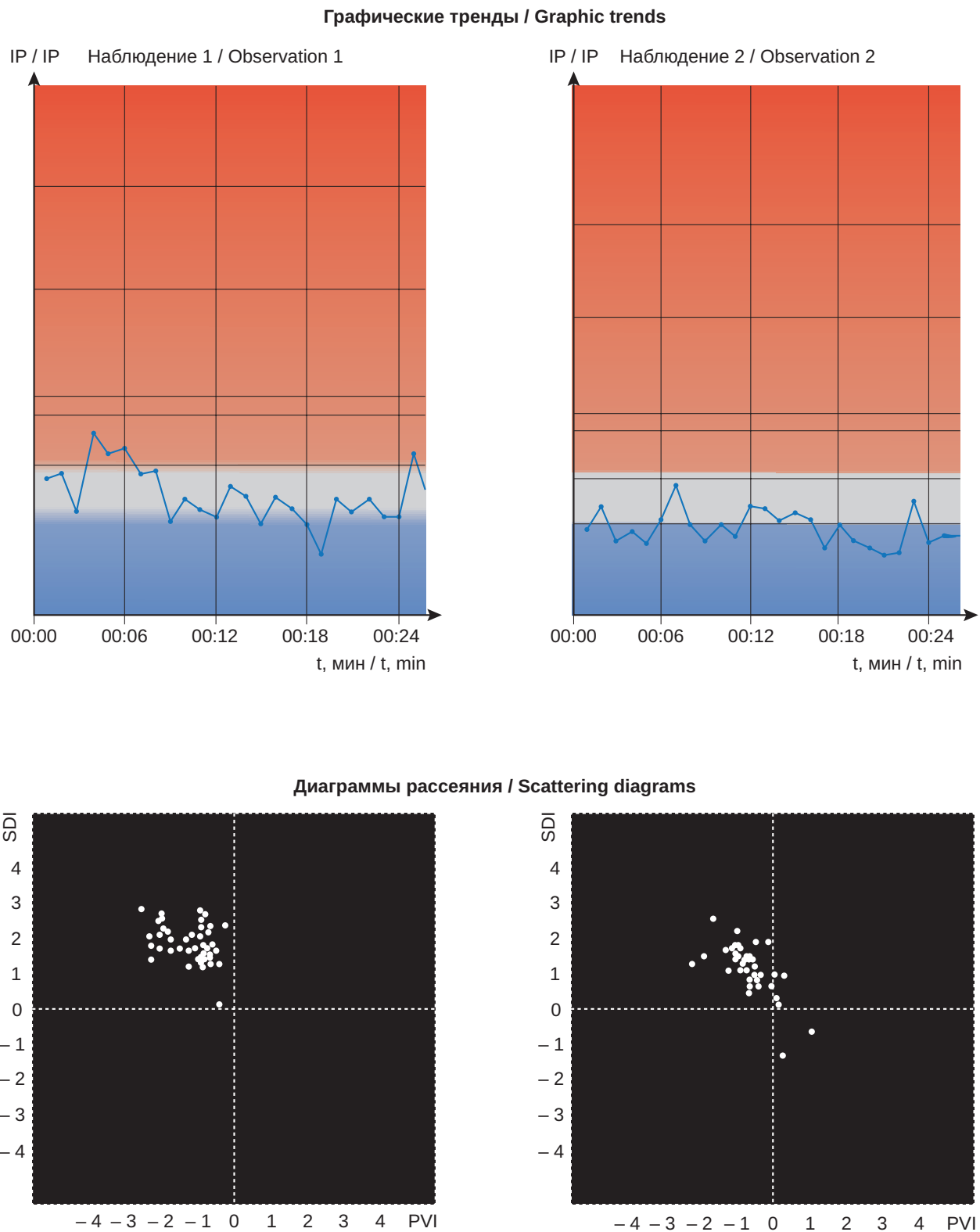
Клиническое наблюдение 2

**Пациент Б., 37 лет.** Из анамнеза известно следующее: в коллективе всегда стремился занимать лидерские позиции, был веселым, общительным, но закрытым, не любил делиться переживаниями. В 17 лет после дорожно-транспортного происшествия впервые был диагностирован псориаз. Болезнь усилилась после смерти его отца. С 18 лет работает водителем. Разведен, от брака есть дочь 12 лет, о которой он заботится. На протяжении года состоял еще в одних отношениях, которые не сложились. По поводу обоих расставаний эмоциональных переживаний не испытывал. Полгода назад переболел COVID-19, вслед за которым перенес ишемический инсульт с нарушением речи.

При поступлении на реабилитацию жалоб на самочувствие не предъявляет, неврологический дефицит минимальный, в основном в виде легких речевых нарушений. На волосистой части головы псориатические

**Таблица 1.** Результаты оценки по диагностическим шкалам пациентки П. в начале (наблюдение 1) и в конце реабилитации (наблюдение 2)  
**Table 1.** Results of assessment of Patient P. using diagnostic scales at the beginning (observation 1) and at the end of the rehabilitation (observation 2)

| Шкала/опросник, ед. измерения /<br>Scale/Questionnaire, Unit of Measure                                                                         | Наблюдение 1 /<br>Observation 1 | Наблюдение 2 /<br>Observation 2 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Индекс мобильности Ривермид, баллы /<br>Rivermead mobility index, scores                                                                        | 13                              | 14                              |
| Шкала инсульта NINS, баллы /<br>Stroke scale NINS, scores                                                                                       | 7                               | 5                               |
| Шкала баланса Берг, баллы / The Berg Balance Scale, scores                                                                                      | 48                              | 50                              |
| Модифицированная шкала спастичности Эшфорта, рука, баллы /<br>Modified Ashworth Scale, Arm, scores                                              | 0                               | 0                               |
| Шкала оценки мышечной силы, рука дистально, баллы /<br>Muscle Strength Assessment Scale, Arm Distally, scores                                   | 4                               | 4                               |
| Визуально-аналоговая шкала боли, баллы /<br>Visual Analog Scale, scores                                                                         | 4                               | 3                               |
| Шкала депрессии Бека, баллы /<br>Beck Depression Inventory, scores                                                                              | 21                              | 3                               |
| Шкала Спилбергера — Ханина, ситуационная/личностная тревожность, баллы /<br>State Trait Anxiety Inventory, Situational/Personal Anxiety, Scores | 63/71                           | 37/39                           |
| Монреальская шкала когнитивных нарушений (МОКА), баллы /<br>Montreal Cognitive Assessment (MOCA), scores                                        | 27                              | 29                              |
| Шкала качества жизни при инсульте, баллы /<br>Stroke-Specific Quality of Life, scores                                                           | 182                             | 219                             |



**Рис. 1.** Показатели электродермальной активности пациентки П. в начале (наблюдение 1) и в конце (наблюдение 2) реабилитации, отраженные на графических трендах и диаграммах рассеяния

**Fig. 1.** Electrodermal activity parameters of patient P. at the beginning (observation 1) and at the end (observation 2) of the rehabilitation, shown in graphical trends and scatter plots

**Примечание:** IP — спектральная мощность реакции кожной проводимости; t — время; SDI — индекс симпатического доминирования; PVI — индекс реактивности.

**Note:** IP — spectral power of skin conductance response; t — time; SDI — sympathetic dominance index; PVI — reactivity index.

**Таблица 2.** Результаты оценки по диагностическим шкалам пациента Б. в начале (наблюдение 1) и в конце реабилитации (наблюдение 2)  
**Table 2.** Results of assessment of Patient B. using diagnostic scales at the beginning (observation 1) and at the end of the rehabilitation (observation 2)

| Шкала/опросник, ед. измерения /<br>Scale/Questionnaire, Unit of Measure                                                                      | Наблюдение 1 /<br>Observation 1 | Наблюдение 2 /<br>Observation 2 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Индекс мобильности Ривермид, баллы / Rivermead mobility index, scores                                                                        | 15                              | 15                              |
| Шкала инсульта NINS, баллы / Stroke scale NINS, scores                                                                                       | 3                               | 3                               |
| Шкала баланса Берг, баллы / The Berg Balance Scale, scores                                                                                   | 56                              | 56                              |
| Модифицированная шкала спастичности Эшфорта, рука, баллы / Modified Ashworth Scale, arm, scores                                              | 0                               | 0                               |
| Шкала оценки мышечной силы, рука дистально, баллы / Scale of Muscle Strength Assessment, Arm, scores                                         | 4,5                             | 4,5                             |
| Визуально-аналоговая шкала боли, баллы / Visual Analog Scale, scores                                                                         | 0                               | 0                               |
| Шкала депрессии Бека, баллы / Beck Depression Inventory, scores                                                                              | 1                               | 1                               |
| Шкала Спилбергера — Ханина, ситуационная/личностная тревожность, баллы / State Trait Anxiety Inventory, Situational/Personal anxiety, scores | 27/27                           | 32/32                           |
| Монреальская шкала когнитивных нарушений (МОКА), баллы / Montreal Cognitive Assessment (MOCA), scores                                        | 26                              | 28                              |
| Шкала качества жизни при инсульте, баллы / Stroke-Specific Quality of Life, scores                                                           | 235                             | 245                             |

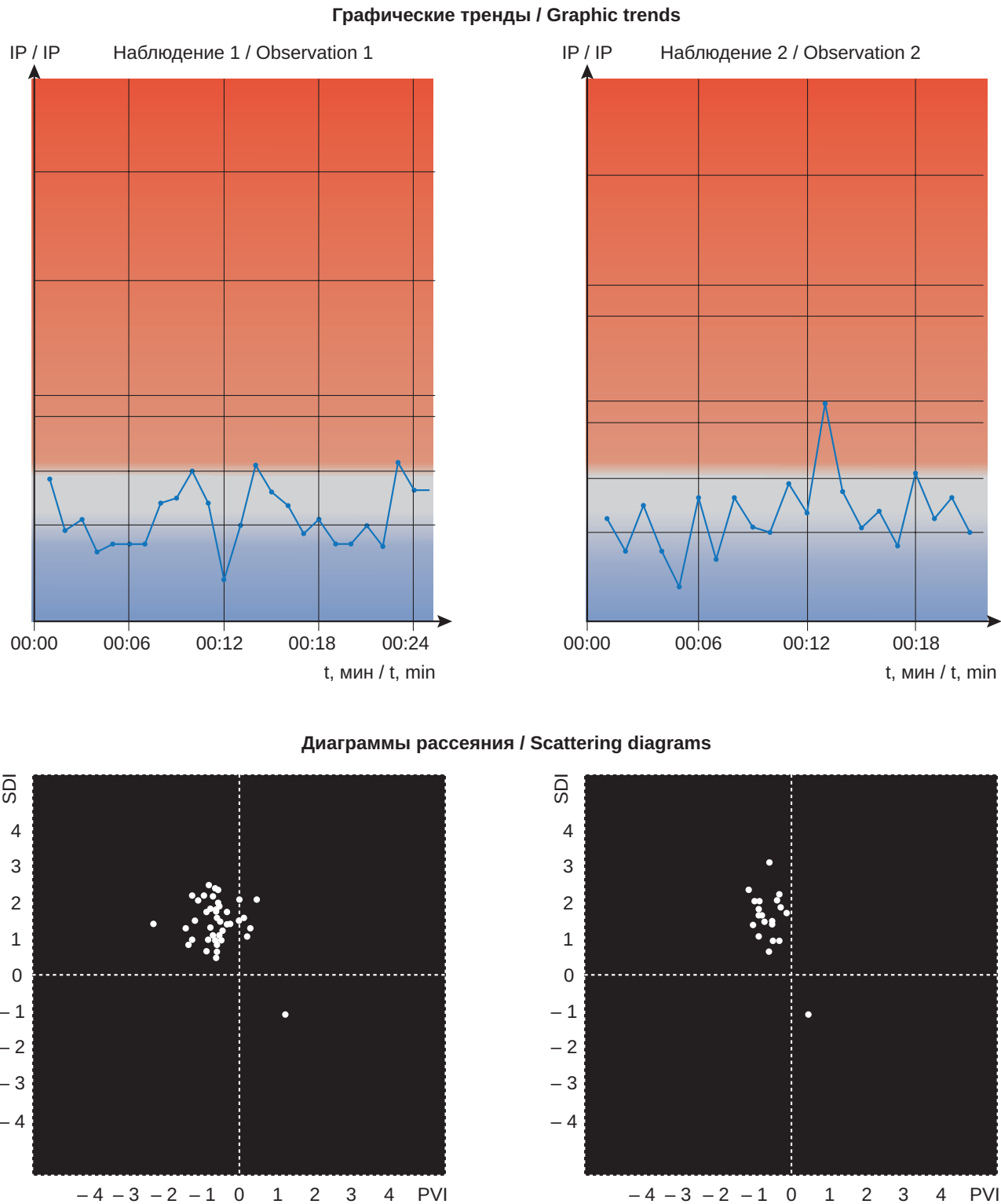
бляшки. Показатели шкал, оценивающих неврологическое состояние и качество жизни, соответствовали высокому уровню функционирования (табл. 2). Эмоциональный фон ровный, по шкале депрессии Бека нарушений не выявлено; по шкале Спилбергера — Ханина зарегистрированы низкие уровни ситуативной и личностной тревожности, свидетельствующие о возможности недооценки своего состояния. Однако параметры ЭДА соответствовали повышенному уровню воздействия стрессирующих стимулов (распределение кривой на графическом тренде в серой зоне) и стрессовой перенапряженности (сосредоточение облака рассеяния в верхнем левом квадранте) (рис. 2).

При контрольном осмотре неврологический, психический статусы и показатели ЭДА остались без динамики, отчетливое улучшение произошло по шкале качества жизни, что соответствовало субъективно ощущаемым положительным результатам реабилитации (табл. 2).

В данном наблюдении диагностированная по параметрам ЭДА повышенная симпатическая активация не соотносилась с результатами клинической и субъективной оценки состояния. Учет анамнестических сведений, свидетельствующих о нарушении эмоционального реагирования, псориаза (имеет тесную связь с психосоматической патологией), и проведение до-

полнительного обследования с применением Торонтской шкалы алекситимии (TAS), по которой пациент набрал 74 балла (норма — менее 60), позволил прийти к заключению о наличии у Б. алекситимии, обуславливающей невозможность адекватной оценки степени испытываемого дискомфорта. Персистирующая повышенная симпатическая активация у данного пациента, сопровождающаяся гиперкортизолемией, могла усугубить протекание COVID-19 и способствовать развитию ишемического инсульта. Несмотря на отсутствие жалоб на дискомфорт, нахождение в состоянии дистресса является фактором риска артериальной гипертензии, сахарного диабета, онкологии, инфаркта, повторного инсульта и смерти. Пациент Б. нуждается в психотерапевтической/психофармакологической коррекции. Таким образом, регистрация ЭДА позволила диагностировать персистирующее стрессовое состояние, которое не представлялось возможным определить клинически и при помощи рутинных диагностических шкал.

**Клиническое наблюдение 3**  
**Пациентка Е., 45 лет.** Из анамнеза известно следующее: по характеру спокойная, рассудительная, общительная, но закрытая. Отличаясь повышенной исполнительностью, нередко занимала лидерские позиции



**Рис. 2.** Показатели электродермальной активности пациента Б. в начале (наблюдение 1) и в конце (наблюдение 2) реабилитации, отраженные на графических трендах и диаграммах рассеяния

**Fig. 2.** Electrodermal activity parameters of Patient B. at the beginning (observation 1) and at the end (observation 2) of the rehabilitation, shown in graphical trends and scatter plots

**Примечание:** IP — спектральная мощность реакции кожной проводимости; t — время; SDI — индекс симпатического доминирования; PVI — индекс реактивности.

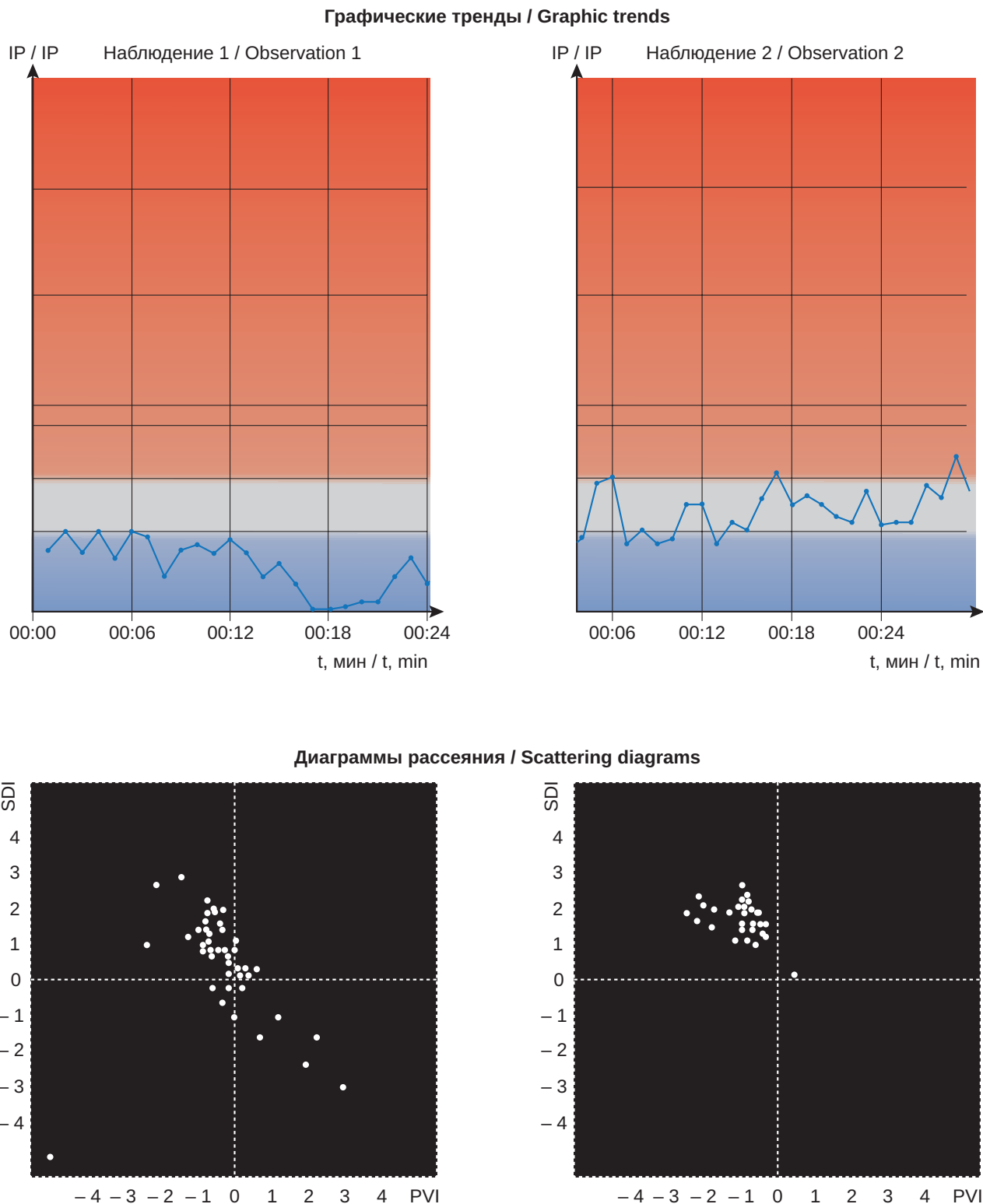
**Note:** IP — spectral power of the skin conductance response; t — time; SDI — sympathetic dominance index; PVI — reactivity index.

**Таблица 3.** Результаты оценки по диагностическим шкалам пациентки Е. в начале (наблюдение 1) и в конце реабилитации (наблюдение 2)  
**Table 3.** Results of assessment of Patient E. using diagnostic scales at the beginning (observation 1) and at the end of the rehabilitation (observation 2)

| Шкала/опросник, ед. измерения /<br>Scale/Questionnaire, Unit of Measure                                                                                | Наблюдение 1 /<br>Observation 1 | Наблюдение 2 /<br>Observation 2 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Индекс мобильности Ривермид, баллы /<br>Rivermead Mobility Index, scores                                                                               | 12                              | 12                              |
| Шкала инсульта NINS, баллы / Stroke Scale NINS, scores                                                                                                 | 10                              | 9                               |
| Шкала баланса Берг, баллы / The Berg Balance Scale, scores                                                                                             | 49                              | 50                              |
| Модифицированная шкала спастичности Эшфорта, рука, бал-<br>лы / Modified Ashworth Scale, arm, scores                                                   | 4                               | 4                               |
| Шкала оценки мышечной силы, рука дистально, баллы / Mus-<br>cle Strength Assessment Scale, Arm Distally, Scores                                        | 1                               | 1                               |
| Визуально-аналоговая шкала боли, баллы / Visual Analog<br>Scale / scores                                                                               | 0                               | 0                               |
| Шкала депрессии Бека, баллы / Beck Depression Inventory,<br>scores                                                                                     | 7                               | 5                               |
| Шкала Спилбергера — Ханина, ситуационная/личностная тре-<br>вожность, баллы / State Trait Anxiety Inventory, Situational/Per-<br>sonal anxiety, scores | 38/37                           | 36/33                           |
| Монреальская шкала когнитивных нарушений (МОСА), бал-<br>лы / Montreal Cognitive Assessment (MOCA), scores                                             | 28                              | 25                              |
| Шкала качества жизни при инсульте, баллы /<br>Stroke-Specific Quality of Life, scores                                                                  | 198                             | 205                             |

в коллективах. Стеснялась обращаться за помощью, считала, что обязана решать поставленные перед ней задачи самостоятельно, часто перерабатывала и мало спала. Была склонна заедать испытываемый дискомфорт, страдала избыточным весом. С 20-летнего воз-  
раста регистрировались эпизоды подъема артериаль-  
ного давления, лечения не получала. С 30 лет курит  
по 3–4 сигареты в день. С 35 лет страдает сахарным  
диабетом II типа, принимает сахароснижающие пре-  
параты. Около года назад на фоне продолжительной  
стрессовой ситуации, связанной с интенсивными пере-  
работками и недосыпанием, переживаниями не успеть  
к сроку, перенесла острое нарушение мозгового кро-  
вообращения с выраженными двигательными наруше-  
ниями в правых конечностях. Около месяца находи-  
лась прикованной к постели, не могла самостоятельно  
себя обслуживать. Стеснялась зависимости от медпер-  
сонала, стремилась как можно быстрее восстановиться.  
Несмотря на выраженный парез в ведущей правой  
руке, быстро приобрела навыки самообслуживания  
и бытовую независимость: научилась готовить еду ле-  
вой рукой.  
При первичном осмотре выявлен выраженный не-  
врологический дефицит в виде правостороннего ге-  
мипареза (со снижением мышечной силы по 6-балль-  
ной шкале мышечной силы в руке до 1 балла; в ноге —

3,5 баллов) с повышением тонуса мышц правых конеч-  
ностей по спастическому типу (в руке — до 4 баллов;  
в ноге — до 3 баллов по шкале спастичности Эшфорта),  
асимметрией сухожильных и периостальных рефлексов  
D > S, рефлекса Бабинского справа, правосторонней ге-  
мигипестезией болевой и поверхностной чувствитель-  
ности. Настроение ближе к ровному, настроена на ак-  
тивную реабилитацию. Показатели шкалы депрессии  
Бека соответствовали норме, а уровни ситуационной  
и личностной тревожности шкалы Спилбергера — Ха-  
нина — средним (оптимальным) значениям (табл. 3).  
Показатели ЭДА свидетельствовали об отсутствии по-  
вышенной симпатической активации: на графическом  
тренде кривая располагалась в зеленой зоне; на диа-  
грамме рассеяния облако рассеяния распределялось  
в виде дуги от верхне-левого квадранта через центр  
к нижне-правому (рис. 3).  
В процессе реабилитации пациентка активно зани-  
малась физическими упражнениями, в свободное вре-  
мя дополнительно много двигалась. При контрольном  
обследовании динамика неврологических показателей  
незначительная, произошло снижение показателей  
по шкале МОСА (табл. 3), тогда как диапазон физической  
активности существенно расширился: пациентка ста-  
ла передвигаться на большие расстояния. Настроение  
ровное, по шкалам тревоги и депрессии без динами-



**Рис. 3.** Показатели электродермальной активности пациентки Е. в начале (наблюдение 1) и в конце (наблюдение 2) реабилитации, отраженные на графических трендах и диаграммах рассеяния

**Fig. 3.** Electrodermal activity parameters of patient E. at the beginning (observation 1) and at the end (observation 2) of the rehabilitation, shown in graphical trends and scatter plots

**Примечание:** IP — спектральная мощность реакции кожной проводимости; t — время; SDI — индекс симпатического доминирования; PVI — индекс реактивности.

**Note:** IP — spectral power of the skin conductance response; t — time; SDI — sympathetic dominance index; PVI — reactivity index.

ки. Однако на графическом тренде кривая сместилась в серую зону, соответствующую повышенному уровню симпатической активации, а облако рассеяния сосредоточилось в верхнем левом квадранте, соответствующем повышенному и высокому уровням стрессового перенапряжения (рис. 3). Ухудшение показателей ЭДА и по шкале МОСА можно объяснить дополнительной двигательной нагрузкой, оказавшейся для нее избыточной. Таким образом, мониторинг ЭДА позволил диагностировать, что актуальная физическая активность является для пациентки стрессовой, и своевременно провести ее коррекцию.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В представленных клинических наблюдениях пациентов диагностированные при помощи регистрации ЭДА стрессовые состояния обуславливались различ-

ными причинами. В первом случае у пациентки с тревожной депрессией мониторинг уровня симпатической активации помог своевременно решить вопрос о целесообразности назначения антидепрессивной терапии и подтвердить положительную динамику состояния на фоне проводимых вмешательств, в двух других — диагностировать стрессовые состояния, обусловленные психосоматической патологией и перетренированностью, которые не определялись клинически. Включение в комплексное обследования перенесших инсульт пациентов мониторинга стрессовых состояний путем регистрации ЭДА, при своей незатратности и простоте выполнения процедуры, повышает диагностику дистресса, своевременная коррекция которого способствует улучшению качества реабилитационных мероприятий и качества жизни, снижает риск повторных инфарктов, инсультов и смертности.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Кузюкова Анна Александровна**, кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник, заведующий отделом нейрореабилитации и клинической психологии, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

E-mail: kuzyukovaaa@nmcrc.ru, anna\_kuzyukova@mail.ru;

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9275-6491>

**Загайнова Анастасия Юрьевна**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела нейрореабилитации и клинической психологии, лечебно-реабилитационный клинический центр «Юдино» — филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3987-3901>

**Одарущенко Ольга Ивановна**, кандидат психологических наук, ведущий 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>

**Пёхова Яна Геннадьевна**, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела нейрореабилитации и клинической психологии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2754-1021>

**Нувахова Маргарита Борисовна**, ведущий научный сотрудник отдела нейрореабилитации и клинической психологии, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4837-535X>

**Марченкова Лариса Александровна**, доктор медицинских наук, руководитель научно-исследовательского управления, заведующий отделом соматической реабилитации, репродуктивного здоровья и активного долголетия, профессор кафедры восстановительной медицины, физической терапии и медицинской реабилитации, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

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

**Борисевич Ольга Олеговна**, кандидат медицинских наук, научный сотрудник, отдел соматической реабили-

литации, репродуктивного здоровья и активного долголетия, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3175-6308>

**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: Кузюкова А.А. — идея проведения исследования, разработка дизайна исследования, отбор и обследование пациента, обработка, анализ и интерпретация данных, написание текста рукописи; Загайнова А.Ю., Одарущенко О.И., Пёхова Я.Г., Нувахова М.Б. — обработка, анализ и интерпретация данных, написание текста рукописи, научная редакция текста рукописи; Марченкова Л.А., Борисевич О.О. — написание и редактирование текста статьи.

**Источники финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии наличия внешнего финансирования при проведении исследования.

**Конфликт интересов.** Марченкова Л.А. — председатель редакционного совета 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 ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России. (протокол № 5 от 14.05.2021).

**Информированное согласие.** Авторы получили письменное согласие пациентов на публикацию всей соответствующей медицинской информации, включенной в рукопись.

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

ADDITIONAL INFORMATION

**Anna A. Kuzyukova**, Ph.D. (Med.), Leading Researcher, Head of the Department of Neurorehabilitation and Clinical Psychology, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

E-mail: kuzyukovaaa@nmicrk.ru, anna\_kuzyukova@mail.ru;

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9275-6491>

**Anastasia Yu. Zagaynova**, Ph.D. (Biol.), Senior Researcher of the Department of Neurorehabilitation and Clinical Psychology, "Yudino" Treatment and Rehabilitation Clinical Centre — a Branch of National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3987-3901>

**Olga I. Odarushenko**, Ph.D. (Psych.), Leading Researcher of the Department of Neurorehabilitation and Clinical Psychology, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0416-3558>

**Yana G. Pekhova**, Ph.D. (Med.), Senior Researcher of the Department of Neurorehabilitation and Clinical Psychology, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2754-1021>

**Margarita B. Nuvakhova**, Ph.D. (Med.), Leading Researcher of the Department of Neurorehabilitation and Clinical Psychology, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4837-535X>

**Larisa A. Marchenkova**, D.Sc. (Med.), Head of the Research Department, Head of the Department of Somatic Rehabilitation, Reproductive Health and Active Longevity, Professor at the Department of Restorative Medicine, Physical Therapy and Medical Rehabilitation, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

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

**Olga O. Borisevich**, Ph.D. (Med.), Research Fellow, Department of Somatic Rehabilitation, Reproductive Health and Active

Longevity, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3175-6308>

**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: Kuzyukova A.A. — the idea of conducting research, developing the design of the study, selection and examination of patients, processing, analysis and interpretation of data, writing the text of the manuscript; Zagaynova A.Yu., Odarushchenko O.I., Pekhova Ya.G., Nuvakhova M.B. — selection and examination of patients, processing, analysis and interpretation of data writing the text of the manuscript, scientific revision of the text of the manuscript; Marchenkova L.A., Fesyun A.D. — scientific revision of the text, verification of critical content, approval of the manuscript for publication.

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

**Disclosure.** Marchenkova L.A. — Chair of the Editorial Council 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 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. 5 dated 15.05.2021.

**Informed Consent for Publication.** Written consent was obtained from the patient for publication of relevant medical information.

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

Список литературы / References

- Игнатьева В.И., Вознюк И.А., Шамалов Н.А. и др. Социально-экономическое бремя инсульта в Российской Федерации. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. Спецвыпуски. 2023; 123(8-2): 5–15. <https://doi.org/10.17116/jnevro20231230825> [Ignatyeva V.I., Voznyuk I.A., Shamalov N.A., et al. Social and economic burden of stroke in Russian Federation. S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry. 2023; 123(8-2): 5–15. <https://doi.org/10.17116/jnevro20231230825> (In Russ.).]
- Virani S.S., Alonso A., Aparicio H.J., et al. American Heart Association Council on Epidemiology and Prevention Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. Heart Disease and Stroke Statistics-2021 Update: A Report from the American Heart Association. Circulation. 2021; 143(8): 254–743. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000950>
- Пизова Н.В., Пизов Н.А., Мареев М.С. Боль после инсульта и реабилитация (клиническое наблюдение). РМЖ. Медицинское обозрение. 2023; 7(10): 672–679 <https://doi.org/10.32364/2587-6821-2023-7-10-10> [Pizova N.V., Pizov N.A., Mareev M.S. Post-stroke pain and rehabilitation (case report). Russian Medical Inquiry. 2023; 7(10): 672–679. <https://doi.org/10.32364/2587-6821-2023-7-10-10> (In Russ.).]
- 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.).]
- 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. Gen Hosp Psychiatry. 2017; 47: 48–60. <https://doi.org/10.1016/j.genhosppsych.2017.04.001>
- Medeiros G.C., Roy D., Kontos N., Beach S.R. Post-stroke depression: A 2020 updated review. Gen Hosp Psychiatry. 2020; 66: 70–80. <https://doi.org/10.1016/j.genhosppsych.2020.06.011>
- Максимова М.Ю. Депрессия после инсульта. Нервные болезни. 2018; (4): 56–61. [Maksimova M.Yu. Post-stroke depression. Nervous Diseases. 2018; (4): 56–61 (In Russ.).]
- Rahma O.N., Putra A.P., Rahmatillah A., et al. Electrodermal Activity for Measuring Cognitive and Emotional Stress Level. J. Med. Signals. Sens. 2022; 12(2): 155–162. [https://doi.org/10.4103/jmss.JMSS\\_78\\_20](https://doi.org/10.4103/jmss.JMSS_78_20)
- Pop-Jordanova N., Pop-Jordanov J. Electrodermal Activity and Stress Assessment. Pril (Makedon Akad Nauk Umet Odd Med Nauki). 2020; 41(2): 5–15. <https://doi.org/10.2478/prilozi.2020-0028>

10. Mee D.J., Gevonden M.J., Westerink J.H.D.M., Geus E.J. Validity of electrodermal activity-based measures of sympathetic nervous system activity from a wrist-worn device. *Int. J. Psychophysiol.* 2021; 168: 52–64. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2021.08.003>
11. Упрямова Е.Ю., Шифман Е.М., Дегтярев П.А. и др. Оценка качества послеоперационного обезболивания после кесарева сечения по данным системы мониторинга стрессовых состояний: проспективное одноцентровое рандомизированное клиническое сравнительное исследование. *Регионарная анестезия и лечение острой боли.* 2023; 17(4): 267–277. <https://doi.org/10.17816/RA608168> [Upryamova E.Y., Shifman E.M., Degtyarev P.A., et al. Postoperative pain relief quality after cesarean section using a stress monitor (Neon FSC system): prospective single-center randomized clinical comparative study // *Regional Anesthesia and Acute Pain Management.* 2023; 17(4): 267–277. <https://doi.org/10.17816/RA608168> (In Russ.).]
12. Bari D.S., Aldosky H.Y.Y., Tronstad C., et al. Electrodermal Activity Responses for Quantitative Assessment of Felt Pain. *J. Electr. Bioimpedance.* 2018; 9(1): 52–58. <https://doi.org/10.2478/joeb-2018-0010>
13. Carli V., Hadlaczky G., Petros N.G., et al. A Naturalistic, European Multi-Center Clinical Study of Electrodermal Reactivity and Suicide Risk Among Patients with Depression. *Front Psychiatry.* 2022; 12: 765128. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2021.765128>
14. Sarchiapone M., Gramaglia C., Iosue M., et al. The association between electrodermal activity (EDA), depression and suicidal behaviour: A systematic review and narrative synthesis. *BMC Psychiatry.* 2018; 18(1): 22. <https://doi.org/10.1186/s12888-017-1551-4>
15. Kim A.Y., Jang E.H., Kim S., et al. Automatic detection of major depressive disorder using electrodermal activity. *Scientific Reports.* 2018; 8(1): 17030. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-35147-3>

# Реабилитация пациентки с разгибательной контрактурой коленного сустава после перелома межмыщелкового возвышения: клинический случай в педиатрии

**Рупасова К.И.\***, Гуккина О.О., Захаров А.Ю., Брусничникова О.А., Лычаная Н.В., Захарова О.В., Карпов С.Г., Егорова М.В.

ГБУЗ РК «Городская детская больница», Петрозаводск, Россия

## РЕФЕРАТ

**ВВЕДЕНИЕ.** Перелом межмыщелкового возвышения — редкий вид травмы, чаще встречающийся у детей. Частое осложнение лечения — контрактура коленного сустава, для предотвращения которой важна ранняя реабилитация. Общепринятые рекомендации пока не разработаны.

**КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ.** Пациентка А., 11 лет, прооперирована по поводу перелома межмыщелкового возвышения. При поступлении в центр медицинской реабилитации через 4 месяца от момента операции диагностирована разгибательная контрактура коленного сустава. При осмотре амплитуда активных движений в коленном суставе составила 180–155°. Отек периартикулярных тканей. Паттерн походки нарушен. При выполнении теста Тренделенбурга равновесие не удерживает с пораженной стороны. По результатам психологической диагностики: страх сгибания, сниженная мотивация. Цели реабилитации: пациентка А. через 10–14 процедур во время ходьбы начнет сгибать коленный сустав d450.3.2–d450.2.1, b7100.2–b7100.1. К концу курса реабилитации А. не боится сгибать коленный сустав во время занятий d240.2.0–d240.1.0. Программа реабилитации: лечебная физкультура, механотерапия (беговая дорожка, лестница-брусья, пассивное аппаратное сгибание), миостимуляция, терапия акваджем, вибротерапия, кинезиотейпирование, аппаратный массаж, занятия с психологом, магнитолазер.

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.** Амплитуда активных движений в коленном суставе — 180–135°. Отек тканей голени и бедра уменьшился. Коленный сустав при ходьбе сгибается минимально, появился вынос бедра. Удерживает равновесие при выполнении теста Тренделенбурга. По самооценке страхов страх сгибания снизился, но самостоятельно справляться с ситуацией физического дискомфорта А. сложно. Цели реабилитации выполнены частично. Реабилитационный потенциал невысокий из-за длительного времени с момента операции, личностных особенностей. Пациентка не отмечала снижения качества жизни, что затруднило постановку целей реабилитации. Команда решила сосредоточиться на психологической коррекции, улучшении механики движения.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Для проведения реабилитации важна командная работа и разработанные протоколы ведения в связи с многоплановостью и сложностью патологии.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** контрактура, реабилитация, перелом межмыщелкового возвышения, клинический случай, дети

**Для цитирования / For citation:** Рупасова К.И., Гуккина О.О., Захаров А.Ю., Брусничникова О.А., Лычаная Н.В., Захарова О.В., Карпов С.Г., Егорова М.В. Реабилитация пациентки с разгибательной контрактурой коленного сустава после перелома межмыщелкового возвышения: клинический случай в педиатрии. Вестник восстановительной медицины. 2024; 23(6):83-89. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-6-83-89> [Rupasova K.I., Gukkina O.O., Zakharov A.Yu., Brusnichnikova O.A., Lychanaya N.V., Zakharova O.V., Karpov S.G., Egorova M.V. Rehabilitation of a Patient with Knee Arthrofibrosis after Tibial Spine Fracture: a Case Report in Paediatrics. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(6):83-89. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-6-83-89> (In Russ.).]

\* Для корреспонденции: Рупасова Ксения Игоревна, E-mail: [rupasova\\_ki@zdrav10.ru](mailto:rupasova_ki@zdrav10.ru)

Статья получена: 04.07.2024

Статья принята к печати: 30.09.2024

Статья опубликована: 16.12.2024

# Rehabilitation of a Patient with Knee Arthrofibrosis after Tibial Spine Fracture: a Case Report in Paediatrics

**Kseniya I. Rupasova\*, Olga O. Gukkina, Aleksei Yu. Zakharov, Oksana A. Brusnichnikova, Natalia V. Lychanaya, Olga V. Zakharova, Sergei G. Karpov, Mariya V. Egorova**

*Children's City Hospital, Petrozavodsk, Russia*

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** Tibial spine fracture (TSF) is a rare injury, the incidence is higher among children. The common complication of treatment is arthrofibrosis. Early rehabilitation is important for its prevention. Guidelines haven't been worked out.

**CASE REPORT.** Patient A., 11 years old, was operated for TSF. When she had hospitalized in medical rehabilitation center after 4 months, knee arthrofibrosis was diagnosed. Examination: range of knee motion is 180–155°. Edema of periarticular tissues. The gait pattern is impaired. She couldn't maintained balance in Trendelenburg test on affected leg. Psychological diagnostics: fear of knee flexion, decreased motivation. Rehabilitation aims: A. will begin to bend knee while walking after 10–14 procedures d450.3.2–d450.2.1, b7100.2–b7100.1. A. is not afraid to bend knee during exercises by the end of the rehabilitation d240.2.0–d240.1.0. Rehabilitation program: physical exercises, mechanotherapy (treadmill, ladder with ramp, continuous passive motion), electrical myostimulation, aquajet therapy, vibrotherapy, kinesiotaping, hardware massage, sessions with psychologist, magnetic laser.

**RESULTS AND DISCUSSION.** Range of knee motion is 180–135°. Edema of tibia and hip has decreased. A. minimally bends knee when walking, hip flexion has appeared. A. can maintain balance in Trendelenburg test. The fear of bending knee has decreased according to self-assessment, but it is difficult for A. to cope with the situation of physical discomfort on her own. The aims have been partially achieved. Rehabilitation potential is low because of long period after surgery and personal characteristics. Life quality didn't decrease, it made difficult setting rehabilitation aims. The team decided to focus on psychological work and improving motion.

**CONCLUSION.** Teamwork and guidelines are important for rehabilitation due to variety and complexity the pathology.

**KEYWORDS:** contracture, rehabilitation, tibial spine fracture, case report, children

**For citation:** Rupasova K.I., Gukkina O.O., Zakharov A.Yu., Brusnichnikova O.A., Lychanaya N.V., Zakharova O.V., Karpov S.G., Egorova M.V. Rehabilitation of a Patient with Knee Arthrofibrosis after Tibial Spine Fracture: a Case Report in Paediatrics. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(6):83–89. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-6-83-89> (In Russ.).

\* **For correspondence:** Kseniya I. Rupasova, E-mail: [rupasova\\_ki@zdrav10.ru](mailto:rupasova_ki@zdrav10.ru)

**Received:** 04.07.2024

**Accepted:** 30.09.2024

**Published:** 16.12.2024

## ВВЕДЕНИЕ

Перелом межмыщелкового возвышения чаще встречается среди детей 8–14 лет во время физической активности. В среднем составляет 2–5 % среди травм коленного сустава у детей. Механизм: отрыв неполностью оссифицированного возвышения мощной передней крестообразной связкой [1, 2]. Лечение зависит от типа перелома по классификации Meyers and McKeeever — консервативное или оперативное, значимой разницы по исходам между техниками операций не обнаружено [1, 3]. У пациентов с типами переломов III, IV чаще встречается уменьшение амплитуды движения в коленном суставе [4].

Осложнения любых видов лечения включают в себя контрактуры (в зарубежных статьях используется термин arthrofibrosis), нестабильность, неправильное сращение или отсутствие консолидации, отставание в росте конечности, слабость передней крестообразной связки [1, 2].

Контрактура — частое осложнение оперативного лечения, встречается в 10–29% [1; 2]. Риски контрактур повышаются при возрасте младше 10 лет, при спортивной травме, использовании гипсовой повязки, повреждении передней крестообразной связки [5]. Реабилитация позднее 4 недель от операции на 4 месяца удлинит срок восстановления, а риски развития контрактур возрастают в 12 раз [6].

Патогенез, разработка протоколов лечения, предотвращения с помощью лекарств являются предметом научного изучения [7, 8]. Исследования по реабилитации пациентов с контрактурами посвящены отдельным методикам физического воздействия. Консервативное лечение может включать динамическое ортезирование [9], механотерапию на тренажере пассивной мобилизации (continuous passive motion) [10], высокоинтенсивную аппаратную стрейч-терапию амбулаторно (high-intensity home mechanical stretch therapy) [11]. Указанные методы увеличивают амплитуду движения в коленном суставе, длительность их применения составляла около 2 месяцев. Описание упражнений лечебной физической культуры (ЛФК) встретилось нам только в одной статье [12]. Программа занятий начиналась с использования тепла, чрескожной электростимуляции нервов, мягких мануальных техник, пассивного сгибания и разгибания коленного сустава. Дополнялась упражнениями на равновесие, отягощением, стационарным велосипедом [12]. В турецком исследовании по реабилитации пациентов с различными видами контрактур использовались тепло, упражнения на растяжение, ультразвук, у некоторых дополнительно применялись гидротерапия и чрескожная электростимуляция нервов [13].

При отсутствии эффекта от консервативных методик возможна реоперация, которая дает хорошие результаты [14], но возвращает пациента к начальному периоду разработки движений в суставе.

## КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

### Анамнез заболевания

Девочка А., 11 лет, в октябре 2023 г. получила травму коленного сустава при падении с велосипеда. Через 1,5 часа осмотрена травматологом в стационаре 3-го уровня. Выполнены рентгенограммы, диагностирован закрытый перелом межмыщелкового возвышения большеберцовой кости со смещением (тип 3b по классификации Meyers and McKeeever), наложена иммобилизация. Ребенок госпитализирован, через 4 дня выполнена артроскопическая фиксация возвышения с помощью винта. Наложена циркулярная гипсовая повязка, ребенок выписан.

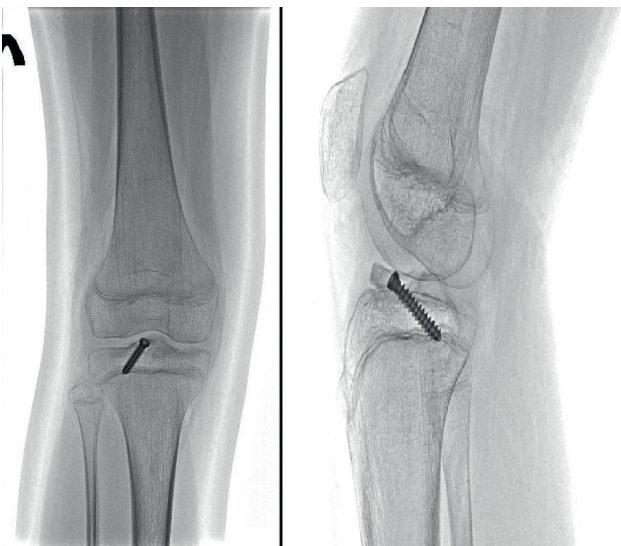
Госпитализация в стационар 3-го уровня через 6,5 недель от момента операции. Выполнены рентгенограммы — консолидирующийся перелом межмыщелкового возвышения большеберцовой кости. Снята иммобилизация. Лечение № 4: ходьба с дозированной нагрузкой, ЛФК, магнитотерапия. Выписана досрочно. Рекомендовано продолжить ЛФК в домашних условиях, осмотр через 4 месяца от момента травмы. Объем движений на момент выписки не указан.

В январе 2024 г. получала ЛФК несколько раз в неделю в физкультурном диспансере.

В феврале 2024 г. обратилась к ортопеду в Центр медицинской реабилитации для детей. На контрольных рентгенограммах консолидация перелома достаточная. Отмечается снижение костной плотности в метафизах бедренной, большеберцовой костей, надколеннике (рис. 1).

Диагностирована разгибательная контрактура коленного сустава, рекомендована реабилитация.

Через 10 дней поступила в Центр медицинской реабилитации для детей, осмотрена мультидисциплинарной командой: ортопед, врач физической, реабилитационной медицины, мануальный терапевт, врач ЛФК, физиотерапевт, невролог, педиатр, медицинский психолог.



**Рис. 1.** Рентгенограммы, выполненные перед курсом реабилитации

**Fig. 1.** X-ray image, taken before the rehabilitation

### Жалобы

У пациентки жалоб нет. Со слов матери есть ограничение подвижности и страх сгибания коленного сустава, ограниченность в общении; стала менее решительна.

### Анамнез жизни

Проживает с родителями, младшим братом, к которому ревностно относится. После травмы обучается индивидуально. Ранее занималась танцами.

### Объективный статус

Передвигается самостоятельно, без дополнительной опоры. Паттерн походки нарушен: хромота на пораженную конечность. Коленный сустав при ходьбе не сгибается. Выноса бедра нет. Переката с пятки на носок нет. Походка раскачивающаяся из стороны в сторону, при этом отводящего движения в конечности нет. Ходьба на пятках, носках выполняется свободно. Подъем, спуск по лестнице делает приставными шагами.

Тест Тренделенбурга на пораженной стороне: равновесие удерживает до 5 секунд. Тест 6-минутной ходьбы — 267 м.

Амплитуда движений в пораженном коленном суставе: активные — 180–155°, пассивные 180–140°. Движения болезненны в проекции щели сустава при сгибании. Патологической подвижности нет. Выпота нет. Есть отек периартикулярных тканей: окружность пораженного сустава на 1,5 см больше. Окружность голени в средней трети на пораженной стороне больше на 1 см. Окружность бедра в средней трети больше на 0,5 см на здоровой стороне. Умеренная гипотония мышц левого бедра, голени. Пульсация периферических артерий стоп симметричная.

Результаты психологической диагностики: пассивное реагирование, неготовность к действиям в стрессовых ситуациях. Уровень страхов повышен. С точки зрения А. страх сгибания имеет невысокое значение. В ходе обследования сидит с выпрямленной ногой, объясняет это так: «Лучше сгибать в присутствии тренера; боюсь, что будет больно; хрустит в колене; больше не сгибается». В рисунках: проявления замкнутости, гиперопеки, ревности к брату.

### Оценка ограничения функционирования

Шкала функционирования коленного сустава (Tegner Lysholm Knee Scoring Scale): 76 баллов — удовлетворительно.

Шкала активности (Tegner): 2-й уровень (норма — 9).

Шкала KOOS (Knee injury and osteoarthritis outcome score), заполненная девочкой/матерью: симптомы — 54/50 баллов (удовлетворительно), боль — 94/97 баллов (отлично), сложность выполнения ежедневных бытовых действий — 97/85 баллов (отлично), спорт, активность на отдыхе — 10/5 баллов (неудовлетворительно), качество жизни — 56/31 баллов (удовлетворительно/неудовлетворительно).

### Клинический диагноз

Разгибательная контрактура левого коленного сустава. Консолидировавшийся перелом межмыщелкового возвышения, металлоостеосинтез (19.10.2023).

## Цели реабилитации

### Краткосрочные:

- А. через 10–14 процедур во время ходьбы начнет сгибать коленный сустав d450.3.2–d450.2.1, b7100.2–b7100.1;
- к концу курса реабилитации А. не будет бояться сгибать коленный сустав во время занятий d240.2.0–d240.1.0.

### Долгосрочные:

- А. через 6 месяцев будет посещать уроки физкультуры в школе в специальной группе d820.2.0–d820.1.0.

### Барьеры:

- E580.-1 Проживание в поселке в одном часе езды от города;
- E1651.-1 Отсутствие автомобиля в семье.

### Ресурсы:

- E410.+1 Поддержка матери в соблюдении рекомендаций.

## Программа реабилитации

- ЛФК № 12. Пассивно-активные упражнения, упражнения с противодействием, отягощением, статические нагрузки. Обучение пассивному сгибанию под своим весом.
- Механотерапия № 12 — тренировка опорной, локomotorной функции. Беговая дорожка с увеличением скорости. Подъем по лестнице с брусками, регуляцией высоты ступеней 8–12 см.
- Пассивное аппаратное сгибание коленного сустава с увеличением амплитуды сгибания № 10.
- Миостимуляция № 9 мышц бедра, голени, ягодиц.
- Терапия акваджет № 5.
- Вибротерапия № 5 в положении сидя, стоя. Обучение удержанию равновесия.
- Кинезиотейпирование № 5.
- Аппаратный массаж левой ноги № 4.
- Магнитолазер местно № 10.
- Занятия с психологом № 11. Консультация матери по особенностям воспитательных воздействий в стрессовой ситуации, детско-родительским отношениям.

## Особенности процесса реабилитации и результат

В начале А. избегала мануальных методик по снятию мышечного напряжения. С помощью дыхательных методик на расслабление при отвлечении от процесса сгибания А. стала активнее включаться в выполнение упражнений.

При психологическом наблюдении отмечено, что внешняя мотивация у А. удовлетворительная, внутренняя — снижена по предполагаемым причинам (вторичная выгода от болезни, эмоционально-волевая незрелость, страх). Для сохранения мотивации требовалось регулярное поощрение.

К концу реабилитации (курс — 2,5 недели): паттерн походки нарушен: сохраняется хромота на пораженную



**Рис. 2.** Сгибание коленного сустава при ходьбе в начале и конце реабилитации

**Fig. 2.** Flexion of knee during walking at the beginning and the end of the rehabilitation

конечность. Коленный сустав при ходьбе на пораженной конечности сгибает минимально, появился вынос бедра (рис. 2), требует контроля со стороны специалиста.

Перека та с пятки на носок нет. Походка, раскачивающаяся из стороны в сторону, отводящего движения в конечности нет. Возможен подъем и спуск по лестнице с поддержкой попеременным шагом при максимальной высоте ступени 11 см за счет раскачивания корпуса.

Тест Тренделенбурга: при опоре на больную конечность равновесие удерживает без отклонения таза, изменения оси позвоночника (рис. 3, 4).

Тест 6-минутной ходьбы — 364 м (+ 97 м).

Амплитуда движений в левом коленном суставе: активные — 180–135° (+ 20°), пассивные 180–130° (+ 10°). Сохраняется болезненность в проекции щели сустава при сгибании. Отек периартикулярных тканей коленного сустава без динамики. Уменьшение пастозности мягких тканей бедра и голени (табл. 1).

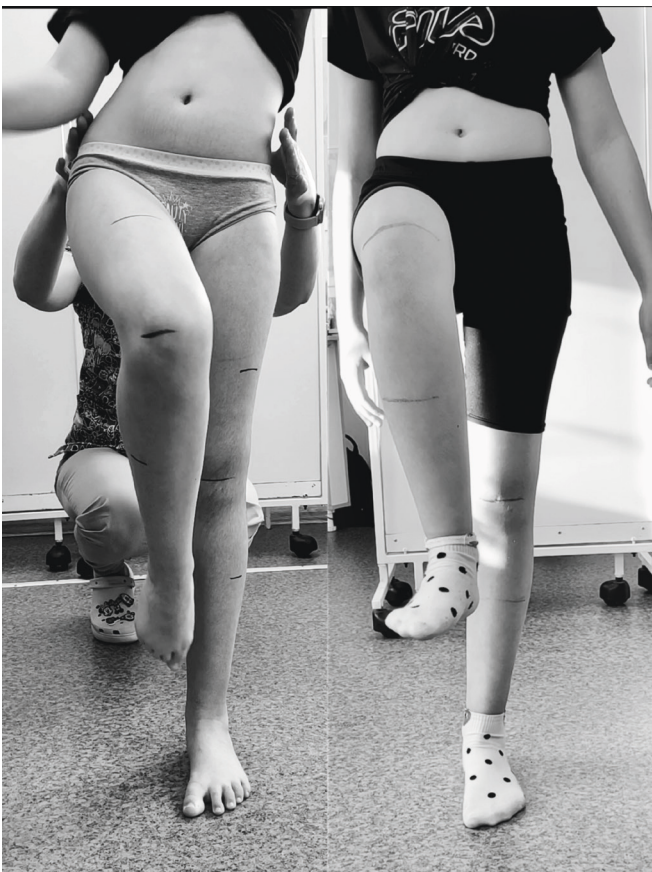
Субъективно А. считала, что страх сгибания у нее незначительно снизился, но на шкале она отметила его больше на единицу.

Работа с психологом способствовала развитию навыков саморегуляции, управления своими эмоциями, поведением. При направляющей помощи, контроле А. применяла навыки дыхания, мышечного расслабления, но самостоятельно справляться с ситуацией физического дискомфорта А. сложно.

Цели реабилитации выполнены частично.



**Рис. 3.** Удержание равновесия в позе Тренделенбурга в начале и конце реабилитации  
**Fig. 3.** Maintaining balance in Trendelenburg position at the beginning and the end of the rehabilitation



**Рис. 4.** Удержание равновесия в позе Тренделенбурга в начале и конце реабилитации  
**Fig. 4.** Maintaining balance in Trendelenburg position at beginning and end of rehabilitation

**Таблица 1.** Динамика окружностей нижних конечностей  
**Table 1.** Dynamics of lower limb circumferences

|                                               |                | Поступление / Admission | Выписка / Discharge |
|-----------------------------------------------|----------------|-------------------------|---------------------|
| Голень ср/3, см / Tibia mid circumference, cm | Левая / Left   | 32,5                    | 31                  |
|                                               | Правая / Right | 31,5                    | 31,5                |
| Колено, см / Knee, cm                         | Левая / Left   | 35,5                    | 35,5                |
|                                               | Правая / Right | 34                      | 34                  |
| Бедро ср/3, см / Hip mid circumference, cm    | Левая / Left   | 43                      | 42                  |
|                                               | Правая / Right | 43,5                    | 43,5                |

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

Клинический случай представляет осложнение редкого перелома и последующего лечения. Пациентка соответствует средним статистическим данным по возрасту, механизму травмы.

При первой встрече реабилитационной команды с пациенткой было ясно, что реабилитационный потенциал невысокий из-за значительного времени после травмы, личностных особенностей А. У пациентки изначально были факторы риска развития контрактуры [5, 6], которые реализовались. Не выявлено противопоказаний или осложнений, делающих реабилитацию невозможной.

Было сложно оценить ограничение функционирования, потому что найденные шкалы по коленному суставу разработаны для взрослых, хотя используются в исследованиях у детей [3, 4]. Считается, что амплитуда сгибания менее 10–115° влияет на качество жизни, в частности, подъем, спуск по лестнице, сидение [5, 7], но пациентка отрицала изменение образа жизни, снижение качества жизни. Все нарушения А. расценивала как легкие, что объясняет сниженную мотивацию. По результатам опросника матери качество жизни дочери ухудшилось.

Проблема вовлечения ребенка в процесс реабилитации нередка и сложна [15, 16], влияет на достижение

максимального результата. В нашем случае установление поддерживающих, доверительных отношений с ребенком потребовало интенсивной работы психолога. Нельзя забывать о роли семьи, ее включенности, контакте с ребенком [15, 16]. Общение с матерью, коррекция стиля воспитания были также задачами реабилитации.

Постановка SMART-целей вызвала трудности. Направленность действий на увеличение движений в коленном суставе для возвращения привычного образа жизни очевидна, как и работа со страхом сгибания и мотивацией. Изначально мы не смогли предположить, насколько возможна положительная динамика, учитывая длительную иммобилизацию, время от момента травмы, отсутствие реабилитации в ранние сроки. Поэтому мы решили сосредоточиться на психологической коррекции, улучшении механики привычных действий, выносливости несмотря на то, что по мнению пациентки и матери данные процессы не были нарушены.

Во время курса команда собиралась для разбора биомеханики, оценки динамики, обсуждения возникающих сложностей. Мы получили результат в виде увеличения амплитуды движения, мышечной выносливости, уменьшения пастозности мягких тканей, после чего стала очевидна гипотрофия мышц бедра. Улучшились паттерн ходьбы, удержание равновесия (оценивались по видеозаписям). Жалобы на болезненность при сгибании расценены как следствие растяжения рубцовой ткани внутри и вокруг сустава.

Важным моментом в сравнении эффективности проведенного курса с литературными данными явля-

ется разница в организации реабилитации за рубежом и в нашей стране. По представленным данным [9–13], реабилитация в зарубежных странах происходит амбулаторно с визитами 2–3 раза в неделю в течение нескольких месяцев, что в нашей стране не представляется возможным. Поэтому сравнение конечных результатов реабилитационных мероприятий едва ли возможно. Однако методы физического воздействия, их доступность (на примере нашего центра) приблизительно одинаковы.

В конце курса реабилитации ограничение сгибания коленного сустава осталось выраженным. Пациентке рекомендовано обратиться к оперирующему травматологу для решения вопроса о необходимости ревизии коленного сустава, хотя она несет в себе риски повторного развития контрактуры. Также рекомендовано тренировать разные способы саморегуляции эмоционального состояния, обучать решению проблемных ситуаций.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Клинический случай демонстрирует важность командной работы. В силу редкости и многоплановости патологии ни один из специалистов не обладает полным знанием и навыками о патологии. В связи с отсутствием общепринятых рекомендаций реабилитация пациентов строится на личном опыте и знаниях. В педиатрии трудности заключаются в мотивации ребенка в силу возрастных и личностных особенностей, его взаимодействия с родителями, поддержке с их стороны при выполнении рекомендаций.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Рупасова Ксения Игоревна**, врач функциональной диагностики, педиатр, диагностическое отделение, ГБУЗ РК «Городская детская больница».

E-mail: rupasova\_ki@zdrav10.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-2014-2024>

**Гуккина Ольга Олеговна**, заведующий физиотерапевтическим отделением, врач физической и реабилитационной медицины, ГБУЗ РК «Городская детская больница».

**Захаров Алексей Юрьевич**, ортопед, центр медицинской реабилитации для детей, ГБУЗ РК «Городская детская больница».

**Брусничникова Оксана Алексеевна**, врач по мануальной терапии, физиотерапевтическое отделение, ГБУЗ РК «Городская детская больница».

**Лычаная Наталья Владимировна**, медицинский психолог, центр медицинской реабилитации для детей, ГБУЗ РК «Городская детская больница».

**Захарова Ольга Валентиновна**, невролог, заведующий центром медицинской реабилитации для детей, ГБУЗ РК «Городская детская больница».

**Карпов Сергей Геннадьевич**, инструктор-методист ЛФК, физиотерапевтическое отделение, ГБУЗ РК «Городская детская больница».

**Егорова Мария Васильевна**, невролог, физиотерапевт, центр медицинской реабилитации для детей, ГБУЗ РК «Городская детская больница».

**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: Рупасова К.И. — научное обоснование, методология, написание черновика статьи, руководство проектом; Гуккина О.О. — методология, курирование проекта, проверка и редактирование рукописи; Захаров А.Ю. — научное обоснование, проведение исследования, проверка и редактирование рукописи; Брусничникова О.А., Лычаная Н.В., Захарова О.В. — проведение исследования, проверка и редактирование рукописи; Карпов С.Г., Егорова М.В. — проведение исследования.

**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.

**Информированное согласие на публикацию.** Получено письменное информированное согласие официального представителя пациентки на публикацию клинического случая, в том числе обезличенных фотографий, видеозаписей, результатов исследований, тестов, в медицинском журнале, включая его электронную версию.

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

ADDITIONAL INFORMATION

**Kseniya I. Rupasova**, Functional Diagnostics Doctor, Pediatrician, Diagnostic Department, Children's City Hospital. E-mail: rupasova\_ki@zdrav10.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-2014-2024>

**Olga O. Gukkina**, Head of the Physiotherapy Department, Rehabilitation Medicine Doctor, Children's City Hospital.

**Aleksei Yu. Zakharov**, Orthopedist, Children's Medical Rehabilitation Center, Children's City Hospital.

**Oksana A. Brusnichnikova**, Manual Therapist, Physiotherapy Department, Children's City Hospital.

**Natalia V. Lychanaya**, Medical Psychologist, Children's Medical Rehabilitation Center, Children's City Hospital.

**Olga V. Zakharova**, Neurologist, Head of the Children's Medical Rehabilitation Center, Children's City Hospital.

**Sergei G. Karpov**, Instructor Physical Therapy, Physiotherapy Department, Children's city hospital.

**Mariya V. Egorova**, Neurologist, Physiotherapist, Children's Medical Rehabilitation Center, Children's City Hospital.

**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: Rupasova K.I. — conceptualization, methodology, writing — original draft, project administration; Gukkina O.O. — methodology, supervision, writing — review and editing; Zakharov A.Yu. — conceptualization, investigation, writing – review and editing; Brusnichnikova O.A., Lychanaya N.V., Zakharova O.V. — investigation, writing, review and editing; Karpov S.G., Egorova M.V. — investigation.

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

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

**Informed consent for publication.** Written consent was obtained from the legal representative of the patient for publication of the clinical case, including depersonalized photos, videos, results, tests, in the medical journal, including its electronic version.

**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. Salvato D., Green D.W., Accadbled F., et al. Tibial spine fractures: State of the art. JISAKOS. 2023; 8(6): 404–411. <https://doi.org/10.1016/j.jisako.2023.06.001>
2. Coyle C., Jagernauth S., Ramachandran M. Tibial eminence fractures in the paediatric population: a systematic review. J Child Orthop. 2014; 8(2): 4–59. <https://doi.org/10.1007/s11832-014-0571-6>
3. Chandanani M, Jaibaji R, Jaibaji M, et al. Tibial Spine Avulsion Fractures in Paediatric Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis of Surgical Management. Children (Basel). 2024; 11(3): 345. <https://doi.org/10.3390/children11030345>
4. Gans I., Baldwin K.D., Ganley T.J. Treatment and Management Outcomes of Tibial Eminence Fractures in Pediatric Patients: A Systematic Review. Am J Sports Med. 2014; 42(7): 1743–1750. <https://doi.org/10.1177/0363546513508538>
5. Bram J.T., Aoyama J.T., Mistovich R.J., et al. Four Risk Factors for Arthrofibrosis in Tibial Spine Fractures: A National 10-Site Multicenter Study. Am J Sports Med. 2020; 48(12): 2986–2993. <https://doi.org/10.1177/0363546520951192>
6. Patel N.M., Park M.J., Sampson N.R., et al. Tibial eminence fractures in children: earlier posttreatment mobilization results in improved outcomes. J Pediatr Orthop. 2012; 32(2): 139–144. <https://doi.org/10.1097/BPO.0b013e318242310a>
7. Usher K.M., Zhu S., Mavropalias G., et al. Pathological mechanisms and therapeutic outlooks for arthrofibrosis. Bone Res. 2019; 7: 9. <https://doi.org/10.1038/s41413-019-0047-x>
8. Lee D.R., Therrien E., Song B.M., et al. Arthrofibrosis Nightmares: Prevention and Management Strategies. Sports Med Arthrosc Rev. 2022; 30(1): 29–41. <https://doi.org/10.1097/JSA.0000000000000324>
9. Pace J.L., Nasreddine A.Y., Simoni M., et al. Dynamic Splinting in Children and Adolescents with Stiffness After Knee Surgery. J Pediatr Orthop. 2018; 38(1): 38–43. <https://doi.org/10.1097/BPO.0000000000000730>
10. Aspinall S.K., Bamber Z.A., Hignett S.M., et al. Medical stretching devices are effective in the treatment of knee arthrofibrosis: A systematic review. J Orthop Translat. 2021; 27: 119–131. <https://doi.org/10.1016/j.jot.2020.11.005>
11. Stinton S.K., Beckley S.J., Branch T.P. Efficacy of non-operative treatment of patients with knee arthrofibrosis using high-intensity home mechanical therapy: a retrospective review of 11,000+ patients. J. Orthop. Surg. Res. 2022; 17(1): 337. <https://doi.org/10.1186/s13018-022-03227-w>
12. Salehoun R, Pardisnia N. Rehabilitation of tibial eminence fracture. J. Can. Chiropr. Assoc. 2007; 51(2): 99–105.
13. Tecer D., Yaşar E., Adigüzel E., et al. Which treatment protocol is better in rehabilitation of joint contracture? Gulhane Medical Journal. 2020; 62: 14–20. <https://doi.org/10.4274/gulhane.galenos.2019.702>
14. Fabricant P.D., Tepolt F.A., Kocher M.S. Range of Motion Improvement Following Surgical Management of Knee Arthrofibrosis in Children and Adolescents. J. Pediatr. Orthop. 2018; 38(9): e495–e500. <https://doi.org/10.1097/BPO.0000000000001227>
15. Teleman B., Vinblad E., Svedberg P., et al. Exploring Barriers to Participation in Pediatric Rehabilitation: Voices of Children and Young People with Disabilities, Parents, and Professionals. Int. J. Environ. Res. Public Health. 2021; 18: 10119. <https://doi.org/10.3390/ijerph181910119>
16. Antoniadou M, Granlund M, Andersson A.K. Strategies Used by Professionals in Pediatric Rehabilitation to Engage the Child in the Intervention Process: A Scoping Review. Phys Occup Ther Pediatr. 2024; 44(4): 461–488. <https://doi.org/10.1080/01942638.2023.2290038>

## Сравнительный обзор традиционных и перспективных методов лечения витилиго

 Олисова О.Ю.<sup>1</sup>,  Каюмова Л.Н.<sup>1,\*</sup>,  Ерёмин П.С.<sup>2</sup>,  Гильмутдинова И.Р.<sup>2</sup>,  
 Пинегин В.Б.<sup>1</sup>,  Крючкова К.Ю.<sup>1</sup>,  Ломоносов К.М.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет), Москва, Россия

<sup>2</sup> ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России, Москва, Россия

### РЕЗЮМЕ

**ВВЕДЕНИЕ.** Витилиго является приобретенным заболеванием кожи, характеризующимся потерей пигментации с разрушением эпидермальных меланоцитов. Этиология и патогенез данного заболевания до сих пор недостаточно изучены. Течение витилиго влияет на качество жизни пациента, его психологическое состояние и самооценку. В связи с этим появляется потребность в разработке новых и перспективных методик, направленных на стимуляцию и модуляцию репаративных процессов поврежденных тканей.

**ЦЕЛЬ.** Провести обзор научной литературы, посвященной традиционной терапии и новым подходам в лечении витилиго.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** Обзор литературных данных проводился по базам данных РИНЦ, PubMed и ScienceDirect. Даты запросов — март–июль 2024 г., глубина запроса — 1964–2024 гг.

**ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ОБЗОРА.** Консервативные методы лечения направлены на торможение патологического процесса, предупреждение появления новых пятен и уменьшение косметического дефекта. Так, пациентам назначают топические и системные глюкокортикостероиды, ингибиторы кальциневрина, иммуносупрессанты, фототерапию как в монорежиме, так и их сочетание. В последние годы наиболее перспективными считаются технологии, основанные на трансплантации аутологичной суспензии регенеративных клеток кожи.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Инновационные методы регенеративной медицины являются хорошей альтернативой традиционным методам лечения для пациентов со стабильным витилиго, особенно для тех, кто не реагирует на стандартную медикаментозную терапию.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** витилиго, трансплантация кожного лоскута, пересадка мини-трансплантатов, трансплантация волосяных фолликулов, трансплантация эпидермальных клеток, трансплантация культивированных меланоцитов, пересадка эпителиального графта

**Для цитирования / For citation:** Олисова О.Ю., Каюмова Л.Н., Ерёмин П.С., Гильмутдинова И.Р., Пинегин В.Б., Крючкова К.Ю., Ломоносов К.М. Сравнительный обзор традиционных и перспективных методов лечения витилиго. Вестник восстановительной медицины. 2024; 23(6):90-99. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-6-90-99> [Olisova O.Yu., Kayumova L.N., Eremin P.S., Gilmudinova I.R., Kryuchkova K.Yu., Pinegin V.B., Lomonosov K.M. A Comparative Review of Traditional and Prospective Methods for Vitiligo Treatment. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(6):90-99. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-6-90-99> (In Russ.).]

\* Для корреспонденции: Каюмова Ляйля Наилевна, E-mail: [kayumova\\_l\\_n@staff.sechenov.ru](mailto:kayumova_l_n@staff.sechenov.ru)

Статья получена: 23.05.2024  
Статья принята к печати: 06.08.2024  
Статья опубликована: 16.12.2024

# A Comparative Review of Traditional and Prospective Methods for Vitiligo Treatment

 Olga Yu. Olisova<sup>1</sup>,  Lyailya N. Kayumova<sup>1,\*</sup>,  Petr S. Eremin<sup>2</sup>,  Ilmira R. Gilmutdinova<sup>2</sup>,  
 Kira Yu. Kryuchkova<sup>1</sup>,  Vladimir B. Pinegin<sup>1</sup>,  Konstantin M. Lomonosov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

<sup>2</sup> National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russia

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** Vitiligo is an acquired skin disease characterized by loss of pigmentation with the destruction of epidermal melanocytes. The etiology and pathogenesis of this disease are still poorly understood. The course of vitiligo affects the patient's quality of life, his psychological state and self-esteem. In this regard, there is a need to develop new and promising methods aimed at stimulating and modulating the reparative processes of damaged tissues.

**AIM.** To review the scientific literature on traditional therapy and new approaches to the treatment of vitiligo.

**MATERIALS AND METHODS.** The literature review was conducted using the RINTS, PubMed and ScienceDirect databases. Query dates — March–July 2024, query depth — 1964–2024.

**MAIN CONTENT OF THE REVIEW.** Conservative treatment methods are aimed at inhibiting the pathological process, preventing the appearance of new spots and reducing the cosmetic defect. Thus, patients are prescribed topical and systemic glucocorticosteroids, calcineurin inhibitors, immunosuppressants, phototherapy both in monotherapy and in combination. In recent years, technologies based on transplantation of autologous suspension of regenerative skin cells have been considered the most promising.

**CONCLUSION.** Innovative methods of regenerative medicine are a good alternative to traditional treatments for patients with stable vitiligo, especially for those who do not respond to standard drug therapy.

**KEYWORDS:** vitiligo, split-thickness skin grafts, miniature punch grafting, hair follicular transplantation, epidermal cell suspension, transplantation of autologous melanocytes, epithelial grafting

**For citation:** Olisova O.Yu., Kayumova L.N., Eremin P.S., Gilmutdinova I.R., Kryuchkova K.Yu., Pinegin V.B., Lomonosov K.M. A Comparative Review of Traditional and Prospective Methods for Vitiligo Treatment. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(6):90-99. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-6-90-99> (In Russ.).

\* **For correspondence:** Lyailya N. Kayumova, [kayumova\\_l\\_n@staff.sechenov.ru](mailto:kayumova_l_n@staff.sechenov.ru)

**Received:** 23.05.2024

**Accepted:** 06.08.2024

**Published:** 16.12.2024

## ВВЕДЕНИЕ

Витилиго — хроническое аутоиммунное заболевание кожи, характеризующееся появлением на различных участках кожного покрова депигментированных пятен и обесцвеченных волос вследствие исчезновения меланоцитов и уменьшения синтеза меланина.

Распространенность данного заболевания в общей популяции составляет от 0,004 % до 9,98 % населения земного шара. Более высокая распространенность витилиго отмечается среди африканского населения (2,5 %) по сравнению с 1,5 % американцев, 1,6 % азиатов и 1,2 % европейцев [1]. Витилиго встречается в любом возрасте, однако в 50 % случаев начинается в 10–30 лет; мужчины и женщины болеют одинаково часто.

Этиология витилиго до конца не выяснена. В настоящее время считается, что в основе патогенеза витилиго лежит сложная взаимосвязь между генетической предрасположенностью и реактивностью организма, обусловленной аутоиммунными механизмами, нарушениями антиоксидантной системы и нейрогуморальной регуляции [2].

С учетом индивидуального клинического течения заболевания выделяют сегментарное (очаги депигментации расположены по ходу нерва или в пределах

определенного сегмента) и несегментарное (симметричное поражение кожи, выходящее за пределы одного сегмента) витилиго [3]. Заболевание характеризуется наличием на любом участке кожи единичных или множественных, склонных к слиянию и периферическому росту пятен белого или молочно-белого цвета различной величины и разнообразных очертаний [4].

У большинства людей, страдающих витилиго, отмечаются психоэмоциональные расстройства различной степени выраженности, такие как тревога, стресс, депрессия, дисморфофобия, суицидальные мысли. Наличие стойких дефектов на открытых участках кожного покрова (лицо, шея, конечности) значительно снижает самооценку пациента, приводит к затруднению в общении с другими людьми [2].

Лечение витилиго до сих пор остается одной из самых сложных дерматологических проблем. Выбор тактики ведения пациента зависит от формы заболевания, распространенности и активности патологического процесса, возраста и фототипа кожи. Терапия витилиго направлена на устранение косметических дефектов, получение выраженной репигментации, обеспечение длительной ремиссии и достижение удовлетворенности пациентов своим внешним видом [5].

Несмотря на успехи, достигнутые в понимании патогенетических механизмов витилиго и достаточное количество методик его лечения, до сих пор не разработано эффективной терапии, направленной на восстановление меланоцитарной деструкции.

В последние годы для терапии различных заболеваний большой интерес представляют технологии регенеративной медицины, основной целью которой является ремоделирование или улучшение функционирования ткани, замещение утраченных или пораженных патологическим процессом клеток и тканей и привнесение новых функций (иммуномодуляция).

В мировой литературе приводятся данные о так называемых хирургических методах лечения витилиго, основанных на пересадке в виде аутотрансплантатов как кожи, так и отдельно меланоцитов [6, 7]. Для хирургического вмешательства могут рассматриваться очаги, рефрактерные к стандартной медикаментозной терапии, стабильные более года. Однако подобное лечение противопоказано пациентам с активным витилиго, у которых существующие поражения увеличиваются в размерах и/или появляются новые очаги, поскольку в таких случаях не исключается возникновение феномена Кебнера.

В настоящее время методы аутотрансплантации условно можно разделить на две группы — тканевые и клеточные.

## ЦЕЛЬ

Провести обзор научной литературы, посвященной традиционной терапии и новым подходам в лечении витилиго.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Обзор литературных данных проводился по базам данных РИНЦ, PubMed и ScienceDirect. Даты запросов — март–июль 2024 г., глубина запроса — 1964–2024 гг.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ОБЗОРА

### Тканевые методы

Такие методы более просты, дешевые и не требуют дорогостоящего лабораторного оборудования, однако достаточно трудоемкие и подходят для обработки небольших участков. К ним относятся:

- трансплантация покрывшей эпидермальных пузырей (suction blister epidermal grafting — SBEG);
- трансплантация тонкого или ультратонкого расщепленного кожного лоскута (split-thickness skin grafts — STSG);
- пересадка мини-трансплантатов (miniature punch grafting, mini-punch grafting — MPG);
- трансплантация волосных фолликулов (single hair grafting, hair follicular transplantation, follicular unit transplantation).

### Трансплантация покрывшей эпидермальных пузырей, или метод пересадки покрывшей пузырей

Данный метод был впервые описан Kiistala U., Mustakallio K.K. в 1964 г. [8]. Техника получения трансплантатов заключается в следующем: в донорской зоне (как правило, с поверхности бедра, живота, спины или

предплечья) аккуратно срезают ножницами покрывшую пузырь, полученного путем создания отрицательного давления, и переносят на пораженную кожу. Для подготовки области пересадки используют дермабразию, абляцию углекислотным или эрбиевым лазером или жидкий азот [9].

В 1971 г. была предложена аспирационная блистерная эпидермальная трансплантация [10, 11]. К преимуществам данной процедуры относятся низкая стоимость и отсутствие специального оборудования. Послеоперационные осложнения в виде болезненных ощущений, кровоточивости, рубцевания встречаются редко. Недостатками метода являются длительное время формирования пузыря с помощью аспирационного устройства (данный процесс может занимать от 1,5 до 2 часов), а также возможность образования геморрагических пузырей, которые не могут быть использованы из-за избыточной толщины покрывшей [12]. Описаны способы сокращения времени формирования пузырей до одного часа с помощью внутрикожного введения 1 % раствора лидокаина с последующей вакуумной техникой [13] или путем нагревания поверхности кожи обычным домашним феном [14].

Когда М. на протяжении 6 месяцев наблюдал 45 пациентов с сегментарной и несегментарной формами витилиго после блистерной пересадки. Трансплантаты получали из покрывшей пузырей, возникших в результате воздействия метоксалена и ультрафиолетового облучения лучами спектра А. Репигментация наблюдалась в очагах поражения у большинства пациентов, лишь в трех случаях несегментарного витилиго отмечалось обострение кожного процесса [15].

Результаты исследования Kar B.R., Raj C. с участием 112 пациентов со стабильным витилиго, не отвечающим на традиционную медикаментозную терапию, продемонстрировали высокую эффективность данной трансплантации в очагах губ, особенно уголков: исчезновение очагов витилиго и сохранение пигментации спустя два года отмечены в 77,8 % случаев [16].

В ретроспективном исследовании Gou D. et al. наблюдали 28 больных витилиго, которым были пересажены 129 трансплантатов. Выживаемость трансплантатов в среднем составила 86,8 % (112 трансплантатов): высокие показатели наблюдались у пациентов моложе 20 лет (100 %) и у пациентов старше 40 лет (75–78 %). Репигментация наблюдалась в 68 % случаев: результат более выражен в очагах шеи и лица и менее — на коже кистей и стоп. Несмотря на высокую приживаемость графтов, степень распространения пигмента весьма вариабельна [17].

### Трансплантация тонкого или ультратонкого расщепленного кожного, или трансплантация Турша

Метод проводится следующим образом: тонкие слои кожи толщиной 0,1–0,2 мм разрезают на узкие полосы с помощью дерматома или бритвенного лезвия и пересаживают на участки витилиго. Основным недостатком данного метода — сложность получения трансплантата одинаковой толщины, что требует практических навыков, так как слишком толстые графты могут оставлять рубцовые изменения и гиперпигментацию донорской зоны [18].

В 1973 г. были опубликованы результаты хирургического лечения у 43 больных витилиго по методике Тирша: в общей сложности 212 из 250 кожных лоскутов прижились в течение 10 дней после пересадки. В случае деформации трансплантата в реципиентной зоне в последующем наблюдалась периферическая депигментация. Следует отметить, что очаги витилиго, которые находились вблизи суставов, сгибов, ушных раковин, плохо поддавались лечению [19, 20].

Для более быстрого получения репигментации Sameem F. в своем исследовании использовал сочетание STSG и локальной ПУВА с последующим назначением преднизолона в дозе 30 мг в сутки с постепенным снижением дозировки. Лучшие результаты наблюдались у темнокожих молодых людей с поражением кожи лица [21]. Согласно указанной методике, трансплантат берется с поверхности бедра, нижней части спины или ягодичной области. При этом для максимального закрытия площади поражения и предотвращения образования контрактур размер донорского графта должен быть на 10–20 % больше реципиентного. Лоскут пересаживают на предварительно подготовленный с помощью дермабразии или лазерной абляции депигментированный участок, как правило, для фиксации используют октилцианакрилатный клей. Этот хирургический метод чрезвычайно эффективен и приводит к быстрой и равномерной репигментации, особенно на конечностях, однако непригоден для таких областей, как ладони, подошвы, складки, веки, ареолы и гениталии. Среди осложнений данной пересадки необходимо отметить отторжение лоскута. Для предотвращения скатывания трансплантата и лучшего заживления реципиентный участок покрывают прозрачной пленочной наклейкой, которую снимают через неделю.

Трансплантация кожного лоскута для коррекции дефектов с небольшой площадью может выполняться амбулаторно под местной анестезией, при более распространенном процессе, как правило, осуществляют в условиях стационара под общей анестезией [22].

### **Метод smash grafting**

Данный метод является модификацией техники расщепленного кожного лоскута. Перед трансплантацией с помощью стерильных ножниц донорский лоскут разделяют на мелкие фрагменты до образования однородной массы без предварительной трипсинизации. Полученную массу распределяют по поверхности витилигиозного участка, после чего фиксируют повязками, которые снимают на 7-й день [23].

Так, в Индии в исследовании Krishnan A., Kar S. данная дробная пластика была выполнена у 26 пациентов с витилиго в области туловища и конечностей. Донорскую ткань получали из переднелатеральной части бедра. Первые признаки репигментации наблюдались уже спустя 2–3 недели после операции, а к 5-му месяцу удалось добиться репигментации в 90 % очагов витилиго у всех пациентов. Для обеспечения распространения пигмента в послеоперационный период необходима фототерапия. Авторы отметили, что данная процедура проста, не требует затрат и специального оборудования, обладает высокой удовлетворенностью пациентами и может рассматриваться как альтернатива таким техникам, как пункционная трансплантация или культивирование меланоцитов [24].

### **Метод flip-topgrafts, ulu flip-top transplantation (FTT)**

Технология заключается в пересадке мини-трансплантатов под эпидермальные лоскуты в реципиентной зоне. Тонкие эпидермальные трансплантаты, полученные с помощью бритвенного лезвия, разрезают на полоски диаметром 1–2 мм. После анестезии реципиентного участка с помощью бритвенного лезвия отделяют эпидермальные лоскуты с сосочковым слоем дермы длиной 5 мм. Мини-трансплантаты помещают под лоскуты с дальнейшей фиксацией окклюзионной стерильной повязкой на неделю. Приживление трансплантатов и появление признаков репигментации оценивают спустя месяц. Метод FTT обеспечивает равномерную пигментацию с минимальным риском развития рубцевания. Среди преимуществ данной процедуры необходимо отметить быстроту, простоту, отсутствие специального оборудования. Однако метод требует определенных технических навыков, подходит для лечения небольших по площади очагов витилиго и не пригоден для ладоней и подошв [9, 25].

Для получения пункционных мини-трансплантатов необходимо провести забор биопсийного материала с помощью панча диаметром 1–2 мм из донорской зоны. Излишки жировой ткани аккуратно обрезают, после чего полученные биоптаты помещают в реципиентную зону и фиксируют с помощью повязок. Реципиентные отверстия находятся на расстоянии 5 мм друг от друга, глубина составляет около 2 мм [9]. Диаметр донорских биоптатов должен совпадать с диаметром реципиентных отверстий. Через 2–3 недели меланоциты из пересаженных островков кожи распространяются на соседние участки депигментированной кожи. Эффективность терапии повышается при комбинировании хирургического лечения с воздействием УФБ-311 нм. Впервые данный метод хирургического лечения витилиго продемонстрировал в своей работе Falabella R. в 1983 г. [26].

Преимуществами пункционной трансплантации являются простота, дешевизна и отсутствие необходимости в дорогом специализированном оборудовании, однако метод не подходит для лечения обширных очагов. Для уменьшения риска возникновения коллоидных рубцов данного явления авторы предложили использовать панчи размером 1–1,2 мм, что также подчеркнул в своей работе Falabella R. [26]. Авторы отметили, что эффективность пункционной трансплантации зависит от состояния кожи донорского участка [27].

По результатам проспективного исследования Malakar S., Dhar S., 90–100 % репигментация отмечалась у 656 (74,55 %) из 1000 пациентов на протяжении двухлетнего периода наблюдения. У 93 больных (10,57 %) распространения пигмента не произошло. Среди побочных явлений стоит отметить вид «булыжной мостовой» у 292 (32,18 %) больных, появление округлых участков гиперпигментации на фоне депигментированного пятна, напоминающих «узор в горошек» — у 387 (47,38 %), несовпадение цвета — у 302 (34,32 %) и «пестрый вид» реципиентной зоны вследствие отличия интенсивности репигментации различных мини-трансплантатов — у 214 (24,32 %) больных [28].

Ding X. et al. не обнаружили различий по результатам эффективности пункционной трансплантации и пересадки покрывшейся пузырями. В исследовании приняли участие 23 пациента с несегментарным витилиго, средний возраст составил  $24,6 \pm 7,5$  года. У каждого больного витилигиозный очаг был обработан двумя способами. Через 6 недель после операции реципиентные участки подвергались воздействию УФБ-311 нм дважды в неделю на протяжении 3 месяцев. Репигментация составила 98,7 % при MPG-методе и 98 % при SBEG. По мнению авторов, применение пересадки мини-трансплантатов более предпочтительно, так как частым побочным эффектом при SBEG были вид «булыжной мостовой» и гиперпигментация на донорском участке. Кроме того, панч-пересадки требуют меньше времени: процедура занимает около часа вместо 2–3 часов при SBEG [29].

### Трансплантация волосяных фолликулов

Технология основана на принципе миграции стволовых клеток из фолликулов. Фолликулы получают из затылочной области головы либо в виде кожного лоскута, который затем разделяют на отдельные фолликулярные юниты, либо в виде пункционных трансплантатов размером около 1 мм. Далее фолликулы пересаживают в реципиентную зону с помощью инструмента для пересадки волос — изогнутой режущей иглы или иглы диаметром 18G. В реципиентной зоне пробойником диаметром 1 мм проделывают отверстия на расстоянии 3–10 мм друг от друга, в которые затем помещают отобранные фолликулы. Особую осторожность необходимо учитывать при снятии фиксированной повязки спустя 5 дней, так как существует риск случайного удаления пересаженных фолликулов.

В 1998 г. корейскими дерматологами были опубликованы результаты трансплантации волосяных фолликулов: перифолликулярная репигментация вокруг пересаженных волос наблюдалась в 71 % случаев (у 15 из 21 пациента) за период от 2 до 8 недель. За год диаметр пигментации распространился от 2 до 10 мм. Для ускорения репигментации через 2 недели после пересадки дополнительно присоединили курс ПУВА и топические глюкокортикостероиды [30].

Таким образом, большинство результатов представленных исследований показало, что максимальная репигментация достигается либо с помощью аспирационной блистерной трансплантации, либо путем пересадки кожного лоскута. Пункционная трансплантация имеет высокий уровень побочных эффектов, однако является простым, быстрым и наименее дорогим методом. Пересадка волосяных фолликулов эффективна при лейкотрихии, однако не подходит для лечения неволосистых участков кожи.

### Трансплантация клеточного продукта

В качестве источника для получения суспензии клеток могут использоваться тонкие или очень тонкие кожные лоскуты. В настоящее время все шире используют трансплантацию как культивированных, так и некультивированных меланоцитов. К ним относятся:

- трансплантация суспензии некультивированных эпидермальных клеток — кератиноцитов и меланоцитов (non-cultured epidermal cell

suspension transplantation (NCES), melanocyte-keratinocyte transplantation procedure (МКТП), autologous melanocyte-keratinocyte cell transplant suspension (МКСТ));

- трансплантация культивированных аутологических меланоцитов (transplantation of cultured autologous melanocytes, или transplantation of cultured pure melanocytes);
- пересадка культивированного эпителиального графта (autologous cultured epithelial grafting — ACEG);
- трансплантация суспензии некультивированных клеток наружного корневого влагалища волосяных фолликулов (non-cultured extracted hair follicle outer root sheath cell suspension — NC-EHF-ORS-CS).

### Трансплантация суспензии некультивированных эпидермальных клеток — кератиноцитов и меланоцитов

Суспензию некультивируемых эпидермальных меланоцитов получают после трипсинизации очень тонких кожных лоскутов и механического отделения эпидермиса от дермы. После этого эпидермис разделяют на маленькие фрагменты, которые центрифугируют со скоростью 1800 об./мин в течение 5 минут. Клеточный осадок ресуспендируют в растворе лактата Рингера. После нанесения суспензии на реципиентную зону накладывают повязку, которую снимают через 4 дня при лечении очагов витилиго на голове и шее, а других локализаций — через 7 дней. Для обработки площади размером 100 см<sup>2</sup> кожи требуется около 0,5 мл полученной суспензии. Данный метод обеспечивает хорошие косметические результаты, подходит для больших поверхностей, кроме областей ладоней и подошв [9].

Техника некультивируемой эпидермальной суспензии впервые была предложена. Gauthier Y., Surleve-Bazeille J.E. в 1992 г. Донорские фрагменты получали размером 2 см<sup>2</sup> с кожи затылочной области головы, которые немедленно погружали в чашку Петри, содержащую 0,25 % раствор трипсина, и инкубировали в течение 18 часов при температуре 4 °С. Сама процедура занимает два дня: в первый день проводится создание пузырей в депигментированной области с помощью жидкого азота, во второй день — введение в каждый пузырь суспензии кератиноцитов и меланоцитов. Репигментация становится заметной в течение 25–30 дней и усиливается при совместном использовании с фототерапией. В течение трех месяцев в 8 из 12 случаев была достигнута 70–100 % репигментация. Однако такая двухдневная процедура подходила лишь для небольших областей [31].

В 1998 г. Olsson M.J., Juhlin L. сообщили об улучшенной модификации. У 26 пациентов донорскую кожу брали из ягодичной области с помощью бритвы, время трипсинизации сократили до 60 минут, а полученную меланоцитарную суспензию туберкулиновым шприцем наносили в дермабразированные очаги витилиго. При этом обрабатываемые площади должны в 8–10 раз превосходить донорские. В результате реципиентная область покрывалась тонкой коллагеновой пленкой. Полная репигментация наблюдалась у большинства пациентов [32].

Через три года Van Geel N. с коллегами оценивали эффективность эпидермальной суспензии, обогащенной гиалуроновой кислотой для увеличения вязкости и фиксации. Через 3 недели после трансплантации очаги подвергались фототерапии. У всех пациентов отмечалось временное небольшое несоответствие цвета, наиболее однородная репигментация была получена через 5 месяцев после лечения (85–100 %). Использование этого метода требует специального лабораторного оборудования. Однако по сравнению с трансплантацией культивированных клеток/тканей это недорогая и менее трудоемкая процедура. Продолжительность лечения за сеанс составляла около 4–5 часов, что делало его пригодным для амбулаторного лечения [33].

В оригинальном исследовании Gauthier Y. NCES получали методом холодной трипсинизации трансплантата при 4 °C в течение 18 часов. С тех пор появилось несколько модификаций данной процедуры, и в некоторых работах применяли теплую трипсинизацию (при 37 °C в течение 50–60 минут). Однако следует учитывать, что лечение стабильного витилиго с помощью холодной трипсинизации более эффективно по сравнению с обработкой трансплантата трипсином при 37 °C [31, 34].

Анализ эффективности метода МКТР был проведен Mulekar S.V. у 184 пациентов в возрасте от 12 до 70 лет (122 пациента с генерализованным, 43 — с сегментарным и 19 — с очаговым витилиго). Срок наблюдения составлял 1 год. Клеточную суспензию наносили на поврежденный депигментированный участок кожи и покрывали коллагеновой повязкой. Наилучшие результаты отмечались при сегментарном и очаговом витилиго в 84 % и 69 % случаев соответственно. При генерализованном витилиго степень репигментации составила лишь 53 %. За год наблюдения рецидивы встречались в 15 (8 %) случаев (3 пациента с сегментарным поражением, 1 — с очаговым и 11 — с генерализованным). Авторы отметили, что количество меланоцитов в репигментированной коже больше, чем в здоровой коже [35].

#### **Пересадка культивированных аутологичных меланоцитов**

Методика заключается в выделении из донорского трансплантата функционально активных меланоцитов, которые культивируют в питательной среде с факторами роста в течение 15–30 дней. В дальнейшем меланоциты переносят в зону трансплантации, при этом плотность распределения составляет 1000–2000 клеток на 1 мм<sup>2</sup>. Зону пересадки фиксируют окклюзионной повязкой, удаляемую через неделю. Безусловным достоинством трансплантации культивированных меланоцитов является возможность получения из небольшого фрагмента донорской кожи популяции клеток, достаточной для пересадки в крупные очаги витилиго. Среди недостатков данного культивирования необходимо отметить дороговизну процедуры, наличие специального лабораторного оборудования и квалифицированного персонала. Процедура трудоемкая: трансплантация может занять до 6 часов [18].

Трансплантация культивированных аутологичных меланоцитов, полученных из донорских пузырей, хорошо зарекомендовала себя как способ лечения стабильного витилиго не только у взрослых, но и детей [36].

В исследовании Zhang D.M. et al. приняли участие 437 пациентов со стабильным витилиго. Все пациенты были разделены на 4 группы: группа 1 прошла курс фототерапии из 20 сеансов до пересадки, группа 2 — курс из 30 процедур после трансплантации, группа 3 — фототерапия до и после пересадки, группа 4 подверглась только пересадке. Авторы отметили, что пересадка культивированных меланоцитов в сочетании с УФБ-311 нм может ускорить репигментацию витилигинозных участков, если фототерапия применяется до и после трансплантации: репигментация более 90 % отмечалась у 81,3 % пациентов [37].

При сравнении пересадки с культивированными и некультивированными меланоцитами наилучшие результаты были отмечены при использовании метода суспензии аутологичных клеток (62 % против 52 %). Однако такая трансплантация клеток способна покрывать витилигинозные участки лишь в 10 раз больше донорской зоны, в то время как с культивированием отношение площади донор/реципиент составляет 1 : 100. Метод переноса аутологичных меланоцитов является современной операцией при стабильном витилиго и может быть полезен у пациентов с поражением кожного покрова не более 30 % [38].

Трансплантация аутологичных культивированных меланоцитов считается наиболее жизнеспособным, безопасным и эффективным методом в истории лечения витилиго.

#### **Пересадка культивированного эпителиального графта**

При пересадке эпидермальных трансплантатов меланоциты и кератиноциты культивируют совместно в среде, содержащей факторы роста для обеих клеточных линий. Спустя несколько недель сформированную эпителиальную структуру пересаживают на подготовленную реципиентную область. Данный метод, в отличие от предыдущего, требует меньше времени, является простой и минимально инвазивной хирургической процедурой [39].

К настоящему времени проведен ряд клинических исследований, посвященных оценке клинической эффективности и безопасности данного метода. Было показано, что в 90 % случаев репигментацию стабильных поражений витилиго удастся получить при пересадке эпителиальных трансплантатов на предварительно подготовленный с помощью шлифовки эрбиевым лазером депигментированный участок. Основным преимуществом пересадки культивированного эпителия является возможность обработки значительных площадей поверхности тела за одну хирургическую процедуру с использованием небольшого биоптата. Кроме того, авторы отметили отсутствие рубцевания, кровотечений, воспаления [40].

#### **Трансплантация суспензии некультивированных клеток наружного корневого влагалища волосных фолликулов**

Роль волосного фолликула в пигментации витилигинозных пятен хорошо продемонстрирована в статье Cui J. et al.: основной резервуар неактивных меланоцитов (стволовых клеток) находится во внешней корневой

оболочке. Также было замечено, что при витилигинозном поражении происходит разрушение только активных (дофа-положительных) меланоцитов, в то время как неактивные меланоциты наружного корневого влагалища волосяного фолликула оставались неповрежденными. Знаковым наблюдением стал тот факт, что стволовые клетки несут ответственность за репигментацию при витилиго путем деления и миграции вверх по поверхности волосяного фолликула в близлежащий эпидермис [41].

В 2009 г. был предложен метод трансплантации некультивированных клеток наружного корневого влагалища волосных фолликулов. Авторы использовали одноклеточную суспензию из выщипанных волосных фолликулов. В дальнейшем обработанные участки витилиго подверглись УФБ-311 нм. Почти полная (> 90 %) пигментация наблюдалась у 3 из 5 пациентов, 50 % репигментация — у 1 пациента и репигментация менее 10 % — также в 1 случае. Данная техника проста, неинвазивна и предназначена для многократного применения [42].

В большинстве исследований волосные фолликулы собраны методом экстракции фолликулярных единиц (follicular unit extraction — FUE): за счет сохранности внешней корневой оболочки и количества жизнеспособных стволовых клеток степень репигментации выше, чем при выщипывании анагенных волосных фолликулов (plucking of anagen hair follicles — PHF) [43].

Фолликулярные меланоциты и их предшественники стволовые клетки более многочисленны, крупнее и менее подвержены аутоиммунному разрушению, в отличие от эпидермальных. В то же время клетки, входящие в состав наружного корневого влагалища волосных фолликулов, подвержены возрастным изменениям и проявляют циклическую активность. Дермальный сосочек и волосяной матрикс содержат множество типов стволовых клеток и цитокинов, которые благоприятно влияют на выживание и пролиферацию трансплантированных клеток [44].

Фолликулы получают из затылочной части головы путем проведения пункционной биопсии (диаметр панча — 1 мм). Полученные фолликулы промывают фосфатно-солевым буферным раствором и подвергают трипсинизации. Клеточный осадок, полученный после центрифугирования, ресуспендируют и с помощью микропипетки наносят на отшлифованную реципиентную зону. После этого данную область покрывают коллагеном, парафиновой марлей, хлопчатобумажной марлей и пленочным пластырем Tegaderm для фиксации. Преимуществом метода является возможность его применения для больших площадей, среди недостатков необходимо отметить вероятность повторной депигментации вследствие циклических изменений фолликулярных меланоцитов. Вся процедура приготовления клеточной суспензии занимает примерно 2–3 часа [45].

В среднем 15–25 волосных фолликулов содержат 25 000–50 000 меланоцитов, что достаточно для обработки до 25 см<sup>2</sup> площади реципиентного участка. По сравнению с эпидермальной фолликулярная суспензия более обогащена пигментными клетками. В фолликулярной единице на каждые 5 кератиноцитов волосяной луковицы приходится 1 меланоцит, что намного выше,

чем в эпидермальной единице, в которой на каждые 36 кератиноцитов приходится 1 меланоцит [45].

В 2020 г. в исследовании Shi H.X. et al. приняли участие 26 пациентов в возрасте от 18 до 50 лет со стабильным витилиго (16 пациентов с сегментарным, 10 — с несегментарным витилиго), устойчивым ко всем стандартным методам терапии. После инкубации и трипсинизации полученную суспензию ресуспендировали в собственной сыворотке пациента с целью повышения жизнеспособности клеток, после чего с помощью микропипетки переносили на витилигинозный участок. Использование повязки с гиалуроновой кислотой способствовало колонизации клеток, их выживанию и пролиферации. Первые признаки репигментации, особенно в области лица и шеи, появились в течение первых 8 недель после трансплантации. Положительные результаты были достигнуты у 22 больных витилиго. Авторы отметили, что волосные фолликулы (особенно внешняя корневая оболочка) содержат множество меланоцитов с потенциальной пролиферативной способностью [46].

В традиционном методе используется трипсин, который разрывает межклеточные связи внешней корневой оболочки. В *bulge*-зоне (место прикрепления мышцы, поднимающей волос, резервуар стволовых клеток) перифолликулярная дермальная оболочка включает в себя коллаген типа 1, который удерживает клетки. Включение коллагеназы типа 1 приводит к более эффективному извлечению пигментобразующих клеток и, как следствие, к улучшению репигментации при витилиго [47].

Таким образом, если тканевые трансплантаты позволяют обработать лишь небольшую площадь, то клеточная пересадка может охватывать значительные витилигинозные участки (в 8–10 раз превышающие размер донорской кожи), и процедуру можно завершить за несколько часов в амбулаторных условиях. Культивирование клеток технически более сложный и дорогой метод, чем суспензия некультивируемых эпидермальных клеток, следовательно, последний обеспечивает простой, эффективный и эстетически более подходящий вариант лечения.

В Узбекистане продемонстрирована высокая эффективность применения в лечении витилиго методов меланоцитарной трансплантации с использованием некультивированных клеточных суспензий [48].

Усовецкий И.А. и соавт. провели трансплантацию аутологических культивированных меланоцитов у 21 больного витилиго в возрасте от 15 до 46 лет. Полученный с помощью перфоратора 5 мм кожный материал помещали в специальную среду, содержащую ферменты, антибиотики и антимикотики. После отделения эпидермиса от дермы, трипсинизации и центрифугирования клеточную суспензию высевали в культуральные флаконы с коллагеновым покрытием. Через 3 недели суспензию культивированных клеток вводили в витилигинозные очаги с помощью обкалывания папульной техникой. Результаты показали высокую эффективность метода: через 12 недель после трансплантации у 17 (81 %) больных полностью восстановился нормальный цвет кожи в очагах депигментации, у 3 (14 %) пациентов репигментация составила 65–80 %, у 1 пациента отмечено восстановление пигментации на 50–70 % [49].

Особого внимания заслуживает применение клеточных технологий с использованием мультипотентных мезенхимальных стромальных клеток, которые представляют собой особую популяцию стволовых клеток взрослого человека с высоким регенеративным потенциалом и иммуномодулирующим действием. Эти клетки существуют в жировой ткани и могут стать перспективным терапевтическим агентом для лечения витилиго [50]. Разработка и внедрение в клиническую практику уникального нового метода трансплантации суспензии регенеративных клеток кожи совместно с мезенхимальными клетками жировой ткани позволит добиться более стойкого и длительного эффекта репигментации при витилиго.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на имеющийся в мировой дерматологической практике большой опыт применения различных методов аутотрансплантации при витилиго, их применение весьма ограничено. Многие практикующие врачи затрудняются в выборе хирургического метода из-за невозможности стандартизации их применения и отсутствия данных об отдаленных результатах. Среди не-

достатков такого лечения необходимо отметить дороговизну процедур, наличие специального лабораторного оборудования и квалифицированного персонала. Хирургические методы эффективны и безопасны, однако показаны только при стабильном витилиго, которое не поддается лечению другими имеющимися консервативными методами.

В последнее время среди инвазивных методик терапии витилиго наиболее широко изучается клеточная трансплантация, целью которой является восстановление в очагах витилиго популяции функционально активных меланоцитов. Применение аутологичной суспензии регенеративных клеток кожи и мезенхимальных стволовых клеток, полученных из участков непораженной, нормально пигментированной кожи больного, является перспективным направлением, окончательную эффективность которого предстоит изучить в клинических исследованиях клиники кожных и венерических болезней им. В.А. Рахманова совместно со специалистами из отдела биомедицинских технологий ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Олисова Ольга Юрьевна**, доктор медицинских наук, член-корреспондент Российской академии наук, профессор, заведующий кафедрой кожных и венерических болезней им. В.А. Рахманова, институт клинической медицины, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2482-1754>

**Каюмова Ляйля Наилевна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры кожных и венерических болезней им. В.А. Рахманова, институт клинической медицины, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет).

E-mail: [kayumova\\_l\\_n@staff.sechenov.ru](mailto:kayumova_l_n@staff.sechenov.ru);

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0301-737X>

**Ерёмин Петр Серафимович**, научный сотрудник лаборатории клеточных технологий, отдел биомедицинских технологий, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8832-8470>

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

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

**Пинегин Владимир Борисович**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры кожных и венерических болезней им. В.А. Рахманова, институт клинической медицины, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5159-1440>

**Крючкова Кира Юрьевна**, стажер-исследователь, институт клинической медицины, ФГАОУ ВО «Первый Московский

государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1172-9695>

**Ломоносов Константин Михайлович**, доктор медицинских наук, профессор кафедры кожных и венерических болезней им. В.А. Рахманова, институт клинической медицины, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4580-6193>

**Вклад авторов.** Авторы данного исследования 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: Олисова О.Ю. — концепция и дизайн статьи, внесение в рукопись существенной (важной) правки с целью повышения научной ценности работы, одобрение финальной версии рукописи; Каюмова Л.Н., Ерёмин П.С., Гильмутдинова И.Р., Пинегин В.Б., Крючкова К.Ю. — написание текста статьи, обзор литературы, сбор и анализ литературных источников; Ломоносов К.М. — внесение в рукопись существенной (важной) правки с целью повышения научной ценности статьи.

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

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие других 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

**Olga Yu. Olisova**, D.Sc. (Med.), Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Professor, Head of the Department of Skin and Venereal Diseases named after V.A. Rakhmanov, Institute of Clinical Medicine, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2482-1754>

**Lyailya N. Kayumova**, Ph.D. (Med.), Assistant Professor at the Department of Skin and Venereal Diseases named after V.A. Rakhmanov, Institute of Clinical Medicine, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University.

E-mail: [kayumova\\_l\\_n@staff.sechenov.ru](mailto:kayumova_l_n@staff.sechenov.ru);

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0301-737X>

**Petr S. Eremin**, Researcher, Laboratory of Cellular Technologies, Department of Biomedical Technologies, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8832-8470>

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

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

**Vladimir B. Pinegin**, Ph.D. (Med.), Assistant Professor, Department of Skin and Venereal Diseases named after V.A. Rakhmanov, Institute of Clinical Medicine, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5159-1440>

**Kira Yu. Kryuchkova**, Intern Researcher, Institute of Clinical

Medicine, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1172-9695>

**Konstantin M. Lomonosov**, D.Sc. (Med.), Professor at the Department of Skin and Venereal Diseases named after V.A. Rakhmanov, Institute of Clinical Medicine, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4580-6193>

**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: Olisova O.Yu. — the concept and design of the study, making significant (important) edits to the manuscript in order to increase the scientific value of the work, preparation and writing an article; Kayumova L.N., Eremin P.S., Gilmutdinova I.R., Pinegin V.B., Kryuchkova K.Yu. — writing the text of the article, analyzed data, literature review; Lomonosov K.M. — making significant (important) edits to the manuscript in order to increase the scientific value of the work.

**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

- Zhang Y., Cai Y., Shi M., et al. The Prevalence of Vitiligo: A Meta-Analysis. *PLoS One*. 2016; 11(9): e0163806. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163806>
- Krüger C., Schallreuter K.U. A review of the worldwide prevalence of vitiligo in children/adolescents and adults. *Int J Dermatol*. 2012; 51(10): 1206–1212. <https://doi.org/10.1111/j.1365-4632.2011.05377.x>
- Ezzedine K., Silverberg N. A Practical Approach to the Diagnosis and Treatment of Vitiligo in Children. *Pediatrics*. 2016; 138(1): e20154126. <https://doi.org/10.1542/peds.2015-4126>
- Speeckaert R., van Geel N. Vitiligo: An update on pathophysiology and treatment options. *Am J Clin Dermatol*. 2017; 18(6): 733–744. <https://doi.org/10.1007/s40257-017-0298-5>
- Олисова О.Ю., Тимашев П.С., Пищулина Е.В. и др. Новые тренды в регенеративной терапии витилиго. Обзор литературы. Российский журнал кожных и венерических болезней. 2023; 26(3): 263–272. <https://doi.org/10.17816/dv295040> [Olisova O.Y., Timashev P.S., Pishulina E.V., et al. New trends in the regenerative therapy of vitiligo. Literature review. Russian journal of skin and venereal diseases. 2023; 26(3): 263–272. <https://doi.org/10.17816/dv295040> (In Russ.).]
- Falabella R. Surgical approaches for stable vitiligo. *Dermatol Surg*. 2005; 31(10): 1277–1284. <https://doi.org/10.1111/j.1524-4725.2005.31203>
- Ramos M.G., Ramos D.G., Ramos C.G. Evaluation of treatment response to autologous transplantation of noncultured melanocyte/keratinocyte cell suspension in patients with stable vitiligo. *An Bras Dermatol*. 2017; 92(3): 312–318. <https://doi.org/10.1590/abd1806-4841.20175700>
- Kiistala U., Mustakallio K.K. In-vivo separation of epidermis by production of suction blisters. *Lancet*. 1964; 2(7348): 1444–1445. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(64\)92011-2](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(64)92011-2)
- Mohammad T.F., Hamzavi I.H. Surgical Therapies for Vitiligo. *Dermatol Clin*. 2017; 35(2): 193–203. <https://doi.org/10.1016/j.det.2016.11.009>
- Falabella R. Epidermal grafting. An original technique and its application in achromic and granulating areas. *Arch. Dermatol*. 1971; 104(6): 592–600. <https://doi.org/10.1001/archderm.104.6.592>
- Gupta S., Shroff S., Gupta S. Modified technique of suction blistering for epidermal grafting in vitiligo. *Int. J. Dermatol*. 1999; 38(4): 306–309. <https://doi.org/10.1046/j.1365-4362.1999.00702.x>
- Angeletti F., Kaufmann R. Suction blister epidermal graft (SBEG) - an easy way to apply this method. *J Dtsch Dermatol Ges*. 2019; 17(4): 468–471. <https://doi.org/10.1111/ddg.13801>
- Kim T., Roh H.J., Kim J.Y., et al. Rapid formation of suction blister through intradermal injection of local anesthetics in epidermal graft for vitiligo. *Dermatol Surg*. 2010; 36(10): 1642–1643. <https://doi.org/10.1111/j.1524-4725.2010.01700.x>
- Ashique K.T., Kaliyadan F. A reference (all-in-one) image demonstrating the outcome of suction blister formation in vitiligo surgery. *Dermatol Surg*. 2014; 40(12): 1427–1428. <https://doi.org/10.1097/DSS.0000000000000196>
- Koga M. Epidermal grafting using the tops of suction blisters in the treatment of vitiligo. *Arch Dermatol*. 1988; 124(11): 1656–1658.
- Kar B.R., Raj C. Suction Blister Epidermal Grafting for Vitiligo Involving Angles of Lip: Experience of 112 Patients. *J Cutan Aesthet Surg*. 2018; 11(1): 13–19. [https://doi.org/10.4103/JCAS.JCAS\\_111\\_15](https://doi.org/10.4103/JCAS.JCAS_111_15)
- Gou D., Currimbhoy S., Pandya A.G. Suction blister grafting for vitiligo: efficacy and clinical predictive factors. *Dermatol Surg*. 2015; 41(5): 633–639. <https://doi.org/10.1097/DSS.0000000000000341>

18. Motalik S., Ginzburg A. Surgical management of stable vitiligo: A review with personal experience. *Dermatol Surg.* 2000; 26(3): 248–54. <http://doi.org/10.1097/00042728-200110000-00006>
19. Behl P.N., Bhatia R.K. Treatment of vitiligo with autologous thin Thiersch's grafts. *Int J Dermatol.* 1973; 12(5): 329–331. <https://doi.org/10.1111/j.1365-4362.1973.tb00068.x>
20. Malakar S., Malakar R.S. Surgical pearl: composite film and graft unit for the recipient area dressing after split-thickness skin grafting in vitiligo. *J Am Acad Dermatol.* 2001; 44(5): 856–858. <https://doi.org/10.1067/mjd.2001.111334>
21. Sameem F., Sultan S.J., Ahmad Q.M. Split thickness skin grafting in patients with stable vitiligo. *J Cutan Aesthet Surg.* 2011; 4(1): 38–40. <https://doi.org/10.4103/0974-2077.79189>
22. Agrawal K., Agrawal A. Vitiligo: repigmentation with dermabrasion and thin split-thickness skin graft. *Dermatol Surg.* 1995; 21(4): 295–300. <https://doi.org/10.1111/j.1524-4725.1995.tb00176.x>
23. Sharkia M., Michaud S., Berthier M.T., et al. Thyroid function from birth to adolescence in Prader-Willi syndrome. *J Pediatr.* 2013; 163(3): 800–805. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2013.03.058>
24. Krishnan A., Kar S. Smashed skin grafting or smash grafting - a novel method of vitiligo surgery. *Int J Dermatol.* 2012; 51(10): 1242–1247. <https://doi.org/10.1111/j.1365-4632.2012.05513.x>
25. McGovern T.W., Bolognia J., Leffell D.J. Flip-top pigment transplantation: a novel transplantation procedure for the treatment of depigmentation. *Arch Dermatol.* 1999; 135(11): 1305–1307. <https://doi.org/10.1001/archderm.135.11.1305>
26. Falabella R. Repigmentation of segmental vitiligo by autologous minigrafting. *J Am Acad Dermatol.* 1983; 9(4): 514–521. [https://doi.org/10.1016/s0190-9622\(83\)70162-3](https://doi.org/10.1016/s0190-9622(83)70162-3)
27. Fongers A., Wolkerstorfer A., Nieuweboer-Krobotova L., et al. Long-term results of 2-mm punch grafting in patients with vitiligo vulgaris and segmental vitiligo: effect of disease activity. *Br J Dermatol.* 2009; 161(5): 1105–1111. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.2011.10234.x>
28. Malakar S., Dhar S. Treatment of stable and recalcitrant vitiligo by autologous miniature punch grafting: a prospective study of 1,000 patients. *Dermatology.* 1999; 198(2): 133–139. <https://doi.org/10.1159/000018089>
29. Ding X., Zhao M., Li M., Du J. A self-controlled comparative study of mini punch graft versus suction blister epidermal graft in the treatment of stable vitiligo. *J Dermatolog Treat.* 2021; 32(6): 585–589. <https://doi.org/10.1080/09546634.2019.1687827>
30. Na G.Y., Seo S.K., Choi S.K. Single hair grafting for the treatment of vitiligo. *J Am Acad Dermatol.* 1998; 38(4): 580–584. [https://doi.org/10.1016/s0190-9622\(98\)70121-5](https://doi.org/10.1016/s0190-9622(98)70121-5)
31. Gauthier Y., Surleve-Bazeille J.E. Autologous grafting with noncultured melanocytes: a simplified method for treatment of depigmented lesions. *J Am Acad Dermatol.* 1992; 26(2 Pt 1): 191–194. [https://doi.org/10.1016/0190-9622\(92\)70024-a](https://doi.org/10.1016/0190-9622(92)70024-a)
32. Olsson M.J., Juhlin L. Leucoderma treated by transplantation of a basal cell layer enriched suspension. *Br J Dermatol.* 1998; 138(4): 644–648. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2133.1998.02177.x>
33. Van Geel N., Ongenae K., De Mil M., Naeyaert J.M. Modified technique of autologous noncultured epidermal cell transplantation for repigmenting vitiligo: a pilot study. *Dermatol Surg.* 2001; 27(10): 873–876. <https://doi.org/10.1046/j.1524-4725.2001.01045.x>
34. Kumar R., Parsad D., Singh C., Yadav S. Four compartment method: a simplified and cost-effective method of noncultured epidermal cell suspension for the treatment of vitiligo. *Br J Dermatol.* 2014; 170(3): 581–585. <https://doi.org/10.1111/bjd.12725>
35. Mulekar S.V. Melanocyte-keratinocyte cell transplantation for stable vitiligo. *Int J Dermatol.* 2003; 42(2): 132–136. <https://doi.org/10.1046/j.1365-4362.2003.01628.x>
36. Hong W.S., Hu D.N., Qian G.P., et al. Treatment of vitiligo in children and adolescents by autologous cultured pure melanocytes transplantation with comparison of efficacy to results in adults. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2011; 25(5): 538–543. <https://doi.org/10.1111/j.1468-3083.2010.03824.x>
37. Zhang D.M., Hong W.S., Fu L.F., et al. A randomized controlled study of the effects of different modalities of narrow-band ultraviolet B therapy on the outcome of cultured autologous melanocytes transplantation in treating vitiligo. *Dermatol Surg.* 2014; 40(4): 420–426. <https://doi.org/10.1111/dsu.12444>
38. Verma R., Grewal R.S., Chatterjee M., et al. A comparative study of efficacy of cultured versus non cultured melanocyte transfer in the management of stable vitiligo. *Med J Armed Forces India.* 2014; 70(1): 26–31. <https://doi.org/10.1016/j.mjafi.2013.09.004>
39. Plott R.T., Brysk M.M., Newton R.C., et al. A surgical treatment for vitiligo: autologous cultured-epithelial grafts. *J Dermatol Surg Oncol.* 1989; 15(11): 1161–1166. <https://doi.org/10.1111/j.1524-4725.1989.tb03229.x>
40. Guerra L., Primavera G., Raskovic D., et al. Erbium: YAG laser and cultured epidermis in the surgical therapy of stable vitiligo. *Arch Dermatol.* 2003; 139(10): 1303–1310. <https://doi.org/10.1001/archderm.139.10.1303>
41. Cui J., Shen L.Y., Wang G.C. Role of hair follicles in the repigmentation of vitiligo. *J Invest Dermatol.* 1991; 97(3): 410–416. <https://doi.org/10.1111/1523-1747.ep12480997>
42. Vanscheidt W., Hunziker T. Repigmentation by outer-root-sheath-derived melanocytes: proof of concept in vitiligo and leucoderma. *Dermatology.* 2009; 218(4): 342–343. <https://doi.org/10.1159/000197467>
43. Kumar A., Gupta S., Mohanty S., et al. Stem Cell Niche is Partially Lost during Follicular Plucking: A Preliminary Pilot Study. *Int J Trichology.* 2013; 5(2): 97–100. <https://doi.org/10.4103/0974-7753.122973>
44. Mulekar S.V., Isedeh P. Surgical interventions for vitiligo: an evidence-based review. *Br J Dermatol.* 2013; 169 (Suppl 3): 57–66. <https://doi.org/10.1111/bjd.12532>
45. Mohanty S., Kumar A., Dhawan J., et al. Noncultured extracted hair follicle outer root sheath cell suspension for transplantation in vitiligo. *Br J Dermatol.* 2011; 164(6): 1241–1246. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2133>
46. Shi H.X., Zhang R.Z., Xu B., et al. Experimental study and clinical observations of autologous hair follicle cell transplants to treat stable vitiligo. *Indian J Dermatol Venereol Leprol.* 2020; 86(2): 124–133. [https://doi.org/10.4103/ijdv.IJDVL\\_261\\_18](https://doi.org/10.4103/ijdv.IJDVL_261_18)
47. Vashisht K.R., Arava S.K., Tembhre M.K., et al. A randomized pilot study to compare hair follicle cell suspensions prepared using trypsin alone versus trypsin in combination with collagenase type I for transplantation in vitiligo. *Clin Exp Dermatol.* 2020; 45(2): 172–179. <https://doi.org/10.1111/ced.14061>
48. Сабиров Ю.Ю., Азимова Ф.В., Тоиров Б.А., Муминова С.Р. Оценка эффективности хирургического лечения витилиго методами меланоцитарной трансплантации на основе изучения экспрессии белка Wnt1. *Клиническая дерматология и венерология.* 2020; 19(4): 583–587. <https://doi.org/10.17116/klinderma202019041583> [Sabirov U.Yu., Azimova F.V., Toirov B.A., Muminova S.R. Evaluation of the effectiveness of surgical treatment of vitiligo by melanocytic transplantation methods based on the study of Wnt1 protein expression. *Russian Journal of Clinical Dermatology and Venereology.* 2020; 19(4): 583–587. <https://doi.org/10.17116/klinderma202019041583> (In Russ.).]
49. Усовецкий И.А., Шарова Н.М., Короткий Н.Г. Клеточная дерматобиология — эффективный инструмент терапии витилиго. *Лечебное дело.* 2011; 1: 76–79. [Usovetskiy I.A., Sharova N.M., Korotkiy N.G. Cell Dermatology — an Effective Instrument of Vitiligo Treatment. 2011; 1: 76–79 (In Russ.).]
50. Ikeda Y., Wada A., Hasegawa T., et al. Melanocyte progenitor cells reside in human subcutaneous adipose tissue. *PLoS One.* 2021; 16(8): e0256622. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0256622>

Обзорная статья / Review

DOI: <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-6-100-110>

## Нарушение зрения после инсульта: обзор из двух частей. Часть II – методы реабилитации

 Марфина Т.В.\*,  Кончугова Т.В.,  Апханова Т.В.,  Кульчицкая Д.Б.,  Мухина А.А.

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

### РЕЗЮМЕ

**ВВЕДЕНИЕ.** Поиск и разработка оптимальных реабилитационных программ для пациентов, перенесших острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК), является актуальной проблемой современной медицины. Развитие научно-технических возможностей ведет к активному внедрению новейших технологий на разных этапах медицинской реабилитации церебрального инсульта. Данная статья является второй частью обзора, посвященного проблеме нарушения зрительных функций у пациентов, перенесших ОНМК, в котором проведен анализ методов реабилитации пациентов данной категории.

**ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ОБЗОРА.** Представлен обзор методов реабилитации пациентов с нарушением зрительных функций, перенесших ОНМК, на основе публикаций в международных и отечественных базах данных OpenAlex, Scilit, Lens, PubMed, Cyberleninka и eLibrary, доступных для анализа по 15 августа 2024 г., с глубиной поиска преимущественно 15 лет. В результате поиска было рассмотрено 66 статей по заданной теме. Кроме того, были использованы 6 источников, датированных более ранним периодом (1989–2005 гг.), поскольку они содержат необходимую информацию в рамках настоящего обзора. Рассматриваемые в обзоре методы реабилитации соответствуют принятым основным стратегиям восстановления нарушенных зрительных функций, в том числе вызванных церебральным инсультом. Две основные стратегии включают использование оптических устройств для адаптации к окружающей среде и тренировки неповрежденных структур зрительного анализатора, направленные на компенсацию утраченных функций. Третья стратегия направлена на увеличение обработки зрительной информации в зонах остаточного зрения.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Многообразие видов зрительных нарушений, степень их влияния на качество жизни пациентов, перенесших инсульт, обуславливает необходимость разработки и применения оптимальных реабилитационных программ. Это позволит значительно расширить выбор эффективных методов реабилитации пациентов после перенесенного церебрального инсульта.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** инсульт, постинсультные нарушения зрения, методы реабилитации, восстановление зрения

**Для цитирования / For citation:** Марфина Т.В., Кончугова Т.В., Апханова Т.В., Кульчицкая Д.Б., Мухина А.А. Нарушение зрения после инсульта: обзор из двух частей. Часть II — методы реабилитации. Вестник восстановительной медицины. 2024; 23(6):100-110. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-6-100-110> [Marfina T.V., Konchugova T.V., Apkhanova T.V., Kulchitskaya D.B., Mukhina A.A. Visual Impairment in Stroke Patients: a Two-Part Review. Part II — Rehabilitation Methods. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(6):100-110. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-6-100-110> (In Russ.).]

\* Для корреспонденции: Марфина Татьяна Владимировна, E-mail: [marfinatv@nmicrk.ru](mailto:marfinatv@nmicrk.ru)

Статья получена: 01.10.2024  
Статья принята к печати: 18.11.2024  
Статья опубликована: 16.12.2024

©2024, Марфина Т.В., Кончугова Т.В., Апханова Т.В., Кульчицкая Д.Б., Мухина А.А.

Tatyana V. Marfina, Tatiana V. Konchugova, Tatiana V. Apkhanova, Detelina B. Kulchitskaya, Anastasiya A. Mukhina

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.

## Visual Impairment in Stroke Patients: a Two-Part Review. Part II – Rehabilitation Methods

 Tatyana V. Marfina\*,  Tatiana V. Konchugova,  Tatiana V. Apkhanova,  
 Detelina B. Kulchitskaya,  Anastasiya A. Mukhina

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

### ABSTRACT

**INTRODUCTION.** The search and development of optimal rehabilitation programs for patients who have suffered acute cerebrovascular accident (OMNA) is an urgent problem of modern medicine. The development of scientific and technical capabilities leads to the active introduction of the latest technologies at different stages of medical rehabilitation of cerebral stroke. This article is the second part of a two-part review devoted to the problem of visual impairment in patients with acute cerebrovascular accident, which provides an overview of the methods of rehabilitation of patients in this category.

**MAIN CONTENT OF THE REVIEW.** This overview of rehabilitation methods for patients with impaired visual functions who have undergone OMNA is based on publications in international and domestic databases OpenAlex, Scilit, Lens, PubMed, Cyberleninka and eLibrary available for analysis by 15.08.2024, with a search depth of mainly 15 years. As a result of the search, 66 articles on a given topic were reviewed. In addition, 6 sources dated from an earlier period (1989–2005) were used, as they contain the necessary information within the framework of this review. The rehabilitation methods considered in the review correspond to the accepted basic strategies for restoring impaired visual functions, including those caused by cerebral stroke. Two main strategies include the use of optical devices to adapt to the environment and training of intact structures of the visual analyzer aimed at compensating for lost functions. The third strategy is aimed at increasing the processing of visual information in areas of residual vision.

**CONCLUSION.** The variety of types of visual disorders, the degree of influence on the quality of life of stroke patients, necessitates the search and development of optimal rehabilitation programs. This will significantly expand the choice of recovery options after a cerebral stroke in this category of patients.

**KEYWORDS:** stroke, post-stroke visual impairment, rehabilitation methods, vision recovery

**For citation:** Marfina T.V., Konchugova T.V., Apkhanova T.V., Kulchitskaya D.B., Mukhina A.A. Visual Impairment in Stroke Patients: a Two-Part Review. Part II — Rehabilitation Methods. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(6):100-110. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-6-100-110> (In Russ.).

\* **For correspondence:** Tatyana V. Marfina, E-mail: marfinatv@nmicrk.ru

**Received:** 01.10.2024

**Accepted:** 18.11.2024

**Published:** 16.12.2024

### ВВЕДЕНИЕ

Поиск и разработка оптимальных реабилитационных программ для пациентов с социально значимыми заболеваниями, к которым в полной мере относится острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК) или инсульт, является актуальной проблемой современной медицины. Возникающие при поражении различных отделов мозга симптомы и синдромы, связанные с нарушением зрения, имеют широкое распространение среди пациентов, перенесших церебральный инсульт. По наблюдению авторов, изучающих проблемы постинсультных нарушений зрения, к основным видам таких нарушений можно отнести изменения полей зрения, снижение центрального зрения, ограничения подвижности глаз и нарушения зрительного восприятия [1, 2].

Топографические особенности кровоснабжения зрительного анализатора определяют специфичность изменения зрения при развитии нарушений кровообращения головного мозга, проявления которых зависят как от локализации патологического очага, так и от степени тяжести поражения мозговых тканей.

Любой из перечисленных видов нарушения зрения способен привести к существенному снижению качества жизни лиц, перенесших инсульт. Кроме того, по мнению

некоторых авторов, потеря зрения может быть наиболее инвалидизирующим остаточным симптомом после инфаркта головного мозга. Влияние на общую двигательную активность, двигательнo-координационные функции, снижение способности оценивать расстояние и глубину пространства, читать приводят к снижению показателей общего функционирования организма. А потеря независимости в быту, невозможность возвращения к работе, привычному образу жизни укрепляют уверенность в себе, дополняют уже развившиеся после перенесенного инсульта изменения эмоционального статуса у пациентов такой категории [3].

Многообразие существующих видов зрительных нарушений, их степень влияния на качество жизни обуславливает необходимость проведения реабилитационных программ, в состав которых будут включены методы, направленные на коррекцию зрительных нарушений.

Развитие научно-технических возможностей и прорывных научных исследований в области медицины ведет к активному внедрению новейших технологий на разных этапах медицинской реабилитации, в том числе технологий, направленных на лечение пациентов с церебральным инсультом, сопровождающимся выраженными нарушениями зрения.

Представленный обзор методов реабилитации пациентов с нарушением зрительных функций, перенесших ОНМК, основан на анализе публикаций в международных и отечественных базах данных OpenAlex, Scilit, Lens, PubMed, Cyberleninka и eLibrary, доступных для анализа по 15 августа 2024 г., с глубиной поиска преимущественно 15 лет. В результате поиска было рассмотрено 66 статей по заданной теме. Кроме того, были использованы 6 источников, датированные более ранним периодом (1989–2005 гг.), поскольку они содержат необходимую информацию в рамках настоящего обзора.

Данная статья является второй частью обзора, посвященного проблеме нарушения зрительных функций у пациентов, перенесших ОНМК, в котором рассмотрены методы реабилитации пациентов данной категории.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ОБЗОРА

### **Спонтанное восстановление нарушенных зрительных функций**

Активная разработка технологий медицинской реабилитации пациентов после инсультов, сопровождающихся выраженными нарушениями зрения, в настоящее время проводится учеными разных стран. Ряд исследований касался спонтанного восстановления зрения, что нельзя не учитывать, рассматривая эффективность реабилитационных мероприятий пациентов такой категории.

В результате длительных клинических наблюдений о спонтанном восстановлении зрительных функций сообщают многие авторы. По данным ретроспективного анализа Ali M. et al., по истечении первого месяца после ОНМК стойкие нарушения зрения сохранялись у 28,2 % пациентов и у 20,5 % через 3 месяца. Таким образом, наибольшее количество пациентов со зрительными нарушениями восстанавливалось в течение 30 дней после инсульта [4].

В рамках проспективного исследования 2020 г. Tharaldsen A. et al. отмечают улучшение состояния нарушенных зрительных функций у 52 % пациентов с нарушениями периферического зрения в течение 6 месяцев после инсульта в области задней мозговой артерии [5].

Gray C. et al. еще в 1989 г. при изучении восстановления полей зрения у пациентов с гомонимной гемианопсией провели проспективное исследование 157 пациентов (средний возраст составил 73 года), поступивших в больницу в течение 72 часов после острого инсульта полушарий головного мозга, с клиническими признаками гомонимной гемианопсии. Авторы сообщают, что в течение первого месяца с момента возникновения инсульта полное восстановление полей зрения отмечается у 17 % пациентов с полной гомонимной гемианопсией и у 72 % пациентов с частичным подобным нарушением с момента поступления. Подтверждением этого факта являются и результаты, полученные Zhang X. в 2006 г., когда по данным ретроспективного анализа медицинских карт 254 пациентов с гомонимной гемианопсией в течение первых 3 месяцев после ОНМК у 50 % больных наблюдалось полное или частичное спонтанное восстановление дефекта полей зрения, объективно определяемое при проведении оценочных тестов на поля зрения, а в последующие 3 месяца

восстановление полей зрения произошло еще в 20 % случаев. Кроме того, Zhang X. et al. в своем исследовании приходит к выводу, что восстановление зрительных функций значительно замедляется после первых 3 месяцев после ОНМК, а большинство случаев улучшения зрения ограничивается именно этим периодом времени. Спонтанное улучшение зрительных функций через 6 месяцев после перенесенного инсульта можно связать с улучшением течения основного заболевания либо с вероятными способностями некоторых пациентов приспосабливаться к проведению определения границ полей зрения [6, 7].

В рамках ретроспективного метаанализа данных по качеству жизни пациентов с нарушениями периферического зрения в результате инсульта Dogra N. et al. в 2024 г. отмечают улучшение визуального качества жизни со временем, что может отражать как процессы естественного восстановления, так и развитие компенсаторных механизмов на фоне корректировки образа жизни [3].

Pambakian A. et al. в исследовании в 2000 г., направленном на изучение компенсаторных механизмов восстановления движений глазных яблок, отмечают, что именно с увеличением периода времени, прошедшего от момента возникновения сосудистого события, параметры фиксации взгляда и характера следования саккад у пациентов с нарушениями двигательной функции глазных яблок после перенесенного церебрального инсульта значительно отличаются от параметров в контрольной группе, включающей пациентов без соответствующих глазных нарушений. При этом связи с локализацией и размером поражения головного мозга не наблюдалось. Таким образом, спонтанное восстановление зрительных функций через 6 месяцев после ОНМК, скорее всего, отражает эволюцию компенсаторной стратегии движения глаз пациентов после перенесенного инсульта [8].

Важно отметить, что авторы чаще указывают все же на неполное восстановление зрительных функций. Только у 7,5 % происходит полное восстановление полей зрения, у 39 % пациентов — частичное улучшение, а у 52 % восстановление нарушенной функции отсутствует [9].

Учитывая полученные данные об имеющемся, но в большей мере неполном спонтанном восстановлении нарушенных функций органа зрения, в основном в первые 3 месяца после перенесенного инсульта зрительная реабилитация должна быть направлена на ускорение процесса восстановления и повышение качества жизни пациентов такой категории в целом.

### **Стратегии восстановления нарушенных зрительных функций**

Для восстановления нарушенных функций зрительного анализатора, вызванных церебральным инсультом, важно в начале реабилитационных мероприятий определить стратегию ведения пациента и, соответственно, диапазон и эффективность доступных вариантов лечения.

За длительный период поиска оптимальной реабилитационной тактики таких пациентов выстроились 3 основные стратегии восстановления нарушенных

зрительных функций. Первая, заместительная, относится к применению приспособлений для адаптации к окружающей среде и устройств для слабовидения. Вторая, компенсаторная, описывает работу с неповрежденными структурами зрительной системы для восполнения утраченных поврежденными участками функций. Третья, восстановительная, или так называемая реституция, — это попытка восстановления утраченной функции органа зрения. В системном обзоре, касающемся изучения восстановления полей зрения после инсульта, Pollock A. et al. также выделяют 3 типа вмешательств: заместительные, компенсаторные и восстановительные [10, 11].

Итак, две основные стратегии восстановления нарушенных функций зрения у пациентов после перенесенного инсульта включают использование оптических устройств для адаптации к окружающей среде и тренировки неповрежденных структур зрительного анализатора, направленные на компенсацию утраченных функций. Третья стратегия, основанная на принципах нейронной пластичности зрительной системы, направлена на увеличение обработки зрительной информации в зонах остаточного зрения, тем самым расширяя размеры полей зрения.

### **Стратегия заместительная**

Одним из способов компенсировать дефект поля зрения является перемещение изображения объектов из невидимой области в видимую. Это достигается с помощью зеркал или призм.

Оптическая коррекция при гомонимной гемианопсии заключается в использовании индивидуальных очков, оснащенных зеркальными линзами, или призмами. Оптические средства либо перемещают изображение в часть поля зрения, находящуюся за пределами скотомы, либо расширяют поле зрения.

Призмы Френеля — пластиковые прижимные линзы, надеваемые на линзы обычных корректирующих очков основанием к стороне с дефектом периферических границ, проецирующие изображения объектов на область вне слепого участка поля зрения.

В рамках рандомизированного перекрестного клинического исследования Bowers A. et al. отмечают улучшение траектории движения с огибанием препятствий при ходьбе у пациентов с гомонимной гемианопсией, проходящих реабилитацию с использованием призматических очков. К аналогичным выводам приходит в своих работах и ряд других авторов [12–14].

Однако в систематическом обзоре Pollock A. et al. указывают на недостаточность доказательств для того, чтобы сделать выводы об эффективности призм в реабилитации пациентов с нарушениями периферического зрения [11].

В пилотном проспективном многоцентровом рандомизированном клиническом исследовании Rowe F. et al. сообщают о большом проценте (69 %) побочных эффектов, таких как головная боль, диплопия, оптические блики при восстановительной терапии призмой Френеля [15].

Установлено, что с помощью оптической коррекции можно увеличить площадь сохранного зрительного поля. Применение этой стратегии ограничивается

высоким процентом возможных побочных эффектов у некоторых пациентов на фоне сниженных компенсаторных возможностей вестибулярной системы и нарушений интегративной деятельности мозга.

Однако разработки в этом направлении продолжаются. Так, Crossland M. et al. в 2022 г. предложили поворотную раздельную линзу Franklin, а Falahati M. et al. в 2023 г. представили наклонную многоперископическую призму, которая обеспечивает расширение поля зрения на 42° по горизонтали и сдвиг на 18° по вертикали [16, 17].

По данным исследований Плисова И. и Гладышевой Г., призматическая коррекция (призмы Френеля) помогает скомпенсировать основные симптомы (диплопию, вынужденный поворот головы) при парезе горизонтального взора и при паралитическом косоглазии [18, 19].

Методы оптической коррекции (призматические очки) применяются при реабилитации пациентов с пространственной гемиагнозией, проявляющейся нарушением сенсорных механизмов пространственной ориентации, нарушением исследовательского поведения (зрительного поиска). Об облегчении симптомов у данной категории пациентов сообщают многие исследователи. Так, Serino A. et al. в 2009 г. изучали эффективность 2-недельного курса реабилитации, заключающегося в зрительно-моторной тренировке в группах с проводимой призматической адаптацией и без нее. Зрительно-пространственные способности улучшились в обеих группах с более выраженным результатом в группе с призматической коррекцией. Долгосрочные положительные эффекты такого подхода были подтверждены через 1 месяц после окончания реабилитации [20].

Mizuno K. et al. в 2011 г. в своем многоцентровом рандомизированном контролируемом двойном слепом исследовании изучали клиническую эффективность призматической адаптации USN у пациентов, перенесших инсульт. Авторы отмечают значительное улучшение показателя функциональной независимости (FIM) и показателей поведенческих тестов BIT и FIMIN у пациентов, прошедших призматическую адаптацию после перенесенного инсульта по сравнению с пациентами из контрольной группы, использующими очки с нейтральными стеклами. Кроме того, указывалось, что полученный результат сохранялся от нескольких недель до нескольких месяцев после применяемой терапии [21].

Однако Li J. et al. в рамках проведенного систематического обзора и метаанализа отмечают, что данные о длительности эффекта от призматической коррекции различны, и призматическая адаптация может лишь временно улучшить симптомы нарушенного пространственного восприятия у пациента после инсульта. А по результатам метаанализа при длительном наблюдении (более 1 месяца) вообще не было выявлено статистической разницы в результатах теста на поведенческую невнимательность между пациентами экспериментальной и контрольной групп [22].

В систематическом обзоре 2021 г. Longley V. et al. делают вывод, что данные о влиянии оптической коррекции на пространственную гемиагнозию очень неопределенны, метод не был в достаточной степени из-

учен в ходе высококачественных рандомизированных исследований, чтобы установить его эффективность и возможные побочные эффекты [23].

### **Стратегия компенсаторная**

Компенсаторная тренировка зрительного поиска (визуальное сканирование (VST)) является основной стратегией коррекции гомонимной гемианопсии.

Суть этого метода состоит в поиске взором целевых визуальных стимулов (изображений), слежении за ними в зрительном поле, в том числе в пораженном полуполе, не допуская поворота головы.

Тренировки направлены на отработку навыка компенсировать дефекты поля зрения за счет более эффективных саккадических движений глаз. В большей степени эффективность достигается скоростью и точностью движений глаз, что способствует выработке специфических глазодвигательных траекторий (саккад) и влияет на способность осуществлять эффективный визуальный поиск с восстановлением нарушенного исследовательского поведения.

Ряд авторов, изучающих влияние подобных тренировок на пациентов с однотипными дефектами полей зрения, демонстрируют улучшение зрительного поиска (скорости среднего времени поиска изображений) и сохранения полученного эффекта через месяц после завершения тренировок [24, 25].

В литературных источниках упоминаются различные варианты подобных тренировок: с бумажными носителями, игры для поиска слов, с использованием компьютера. Все они направлены на развитие способности пациента компенсировать появившиеся нарушения путем повышения скорости и точности движений глаз, выполняемых в сторону дефекта поля зрения [25–28]. Использование интернет-ресурсов и компьютерных программ дает возможность пациенту проводить подобные тренировки в домашних условиях самостоятельно [28, 29].

Ряд авторов, изучающих влияние различных вариантов компенсаторной стратегии на двигательную активность и повседневную жизнь пациентов с гомонимной гемианопсией, отмечают прямую связь подобных тренировок с улучшением способности распознавать периферические раздражители (изображения) и избегать препятствий во время ходьбы и в целом значительное повышение качества жизни пациентов. Кроме того, Rowe F. et al. в результате проспективного многоцентрового параллельного одностороннего слепого трехэтапного рандомизированного клинического исследования, проводимого в пятнадцати отделениях острого инсульта Великобритании, с участием 87 пациентов при сравнении клинической эффективности призматической адаптивной коррекции и компенсаторной тренировки зрительного поиска при одноименной гемианопсии со стандартным лечением пришли к выводу, что именно компенсаторные тренировки зрительного поиска привели к значительному улучшению качества жизни пациента [15, 30].

В период с 2017 по 2024 гг. был опубликован ряд систематических обзоров и метаанализов, посвященных методам реабилитации пациентов, перенесших инсульт с нарушениями периферического зрения. В своих работах Hanna et al. в 2017 г., Pollock et al. в 2019 г.

отмечают эффективность компенсаторной стратегии, проводимой именно в виде тренировок зрительного поиска для пациентов данной категории. Систематический обзор и метаанализ Maeyama T. et al. в 2023 г., изучавших влияние реабилитационных вмешательств на проблемы с чтением у пациентов с нарушениями периферического зрения, показал положительный эффект компенсаторных вмешательств на скорость чтения по сравнению с другими методами. Однако все эти обзоры указывают на то, что отсутствуют высококачественные исследования эффективности вмешательств по лечению пациентов с дефектами полей зрения [11, 31–33].

В 2022 г. Batul S. et al. сообщили об эффективном применении тренировок зрительного поиска при решении конкретных поведенческих задач (равновесие и повседневная деятельность) для пациентов, перенесших инсульт с нарушениями моторики глаз, проведя рандомизированное контролируемое исследование с участием 64 пациентов [34].

Вопрос эффективности компенсаторной стратегии в реабилитации пациентов с пространственной гемианопсией после перенесенного инсульта изучался в ряде исследований.

По результатам рандомизированного контролируемого исследования van Wyk A. et al. в 2014 г. отмечают значительное улучшение при выполнении пространственных задач и повседневной деятельности у пациентов с пространственной гемианопсией после тридцати сеансов тренировки зрительного поиска.

Целью исследования, проводимого Spaccavento S. et al. в 2016 г., было сравнение влияния компенсаторной тренировки зрительного поиска и метода адаптации к призматической коррекции у пациентов с пространственной гемианопсией, вызванной очагом поражения в правом полушарии головного мозга. Тренировки включали в себя зрительный поиск целевых стимулов (изображений), чтение, копирование линейных рисунков и текстов и т. д. с постепенным усложнением заданий. В результате исследования не было обнаружено различий между двумя стратегиями, и оба подхода авторы отнесли к клинически эффективным реабилитационным методам [35–38].

### **Стратегия восстановительная**

#### **«Терапия по восстановлению зрения»**

В зарубежных источниках одним из методов восстановительной стратегии реабилитации зрительных функций при нарушении периферического зрения называют VRT (Vision Restoration Therapy, «терапия по восстановлению зрения»). В основе эффективности метода лежит способность зрительной системы в ответ на световые стимулы адаптироваться путем оптимальных структурно-функциональных перестроек.

Sabel B. et al. в 2004 г. и далее в 2011 г. проводили исследования, направленные на изучение метода VRT и его влияние на расширение полей зрения при гомонимной гемианопсии. Результаты оценивались путем применения различных функциональных периметрических тестов. В основе этого метода лежит воздействие светового раздражителя (светового стимула) посредством компьютерной программы в области

слепой зоны (скатомы). Световые стимулы попеременно возникали на экране, располагаясь по границе абсолютной скатомы и видимой части поля зрения, где зрение значительно снижено, но не отсутствует, на что и реагировал пациент. Такая тренировка периферического зрения расширяет поля зрения, способствует увеличению обработки сенсорной (зрительной) информации и повышению повседневной активности за счет нейропластичности зрительной системы и сохранению остаточной активности нейронов пораженного участка мозга. В 2018 г. Elshout J.M. et al. получили схожие результаты при оценке эффективности зрительной тренировки с целью восстановления зрения у 35 пациентов с одноименными дефектами поля зрения после инсультов, используя три опросника по оценке качества жизни, связанных с инсультом, и шкалы достижения целей (GAS). Они продемонстрировали линейную зависимость степени расширения полей зрения с улучшением личной повседневной деятельности [39, 40].

Несмотря на то что ряд авторов сообщают об эффективности применения VRT, данные о результатах противоречивы, и споры относительно будущего этого вида терапии продолжаются. В 2007 г. Pelak V., а в 2017 г. Frolov A. в своих систематических обзорах, касающихся терапии восстановления зрения при гемипонии, приходят к выводу о том, что результаты применения таких методов завышены и могут повторять улучшение полей зрения, полученные путем спонтанного восстановления нарушенных зрительных функций. Причиной таких выводов было использование одной и той же системы обучения и оценки результатов, где нет контроля за движением глаз во время тренировки. Это стало потенциально серьезным недостатком в первоначальных исследованиях VRT и, соответственно, вызывало сомнения по поводу достоверности результатов подобных исследований. Кроме того, это могло привести к неправильной характеристике полученных сканирующих саккад как истинного расширения поля зрения. Длительность интенсивных тренировок (требуется до 300 часов практики с компьютерной программой стимуляции, а это ежедневные полуторачасовые занятия курсом до 6 месяцев) тоже вызвала сомнения в клинической пользе такого обучения, учитывая необходимость высокой мотивации пациентов на весь период зрительных тренировок [41, 42]. А результатом рандомизированного контролируемого исследования Mödden C. et al. стало утверждение о том, что поля зрения увеличиваются всего на 1 угловой градус при условии состояния полной неподвижности глазного яблока в момент оценочных тестов [43].

### Методы неинвазивной стимуляции мозга

Активное развитие методов неинвазивной стимуляции мозга вызывает большой интерес у исследователей. К таким методам можно отнести транскраниальную магнитную стимуляцию (TMS) и низкоинтенсивную электрическую стимуляцию с использованием либо постоянного, либо переменного тока, применяемого транскраниально (tDCS или tACS соответственно.)

За последние два десятилетия был опубликован ряд исследований, посвященных эффектам применения методов неинвазивной стимуляции мозговых структур восстановительного характера у пациентов с гемипонией, механизм которых основан на нейропластичности зрительной системы путем изменения возбудимости и синхронизации нейронных сетей. В рамках систематического обзора 2020 г. Sabel B. et al. приходят к заключению, что имеются убедительные доказательства благотворного воздействия методов неинвазивной стимуляции мозга на восстановление зрения [44].

### Транскраниальная электрическая стимуляция

Влияние транскраниальной стимуляции постоянным током (tDCS) на зрительные функции изучалось рядом авторов. Еще в 2004 г. Antal A. et al. и Kraft A. et al. в 2010 г. говорили о перспективе использования tDCS в стратегиях реабилитации неврологических пациентов со зрительно-моторными расстройствами [45, 46].

В 2020 г. Бакунин И. и соавт. в рамках проводимого неконтролируемого исследования пациентам после нарушения мозгового кровообращения давностью более 1 месяца с развившейся гемипонией (10 человек) проводили процедуры tDCS (воздействие слабым электрическим током (до 2 мА) с применением нескольких электродов, располагаемых на поверхности головы в области затылочной коры). Результатом исследования был вывод о клинической эффективности метода, проявившейся в повышении качества обработки зрительной информации, улучшении психологического и социального функционирования человека как интегральных характеристик качества жизни путем улучшения показателей периферического зрения [47].

В ряде исследований изучался вопрос эффективности применения сочетанных и комбинированных методик восстановительной стратегии (tDCS и VRT) у пациентов с нарушениями периферического зрения на стадии восстановления после инсульта. Авторы заявили о существующем потенцированном действии двух методик и превосходящем эффекте восстановления зрительных функций по сравнению со стандартной процедурой тренировки зрения [48–49].

В результате проведенного мнимо-контролируемого одиночного слепого исследования при участии 15 пациентов с гемипонией в 2024 г. Diana L. et al. отмечают стимулирующий эффект воздействия постоянным током (tDCS) затылочной и теменной областей в сочетании с компенсаторной мультисенсорной тренировкой [50].

В рамках рандомизированного клинического исследования в 2021 г. Xu J. et al. изучали реорганизацию сети функциональных связей головного мозга в результате комбинированного лечения (tACS-tDCS) пациентов, страдающих гемипонией после инсульта. По мнению авторов, такое комбинированное воздействие приводит к улучшению зрительных функций вследствие повышения эффективности нейронной обработки визуальных данных [51].

Однако ввиду малой выборки в предлагаемых к рассмотрению исследованиях можно говорить

только о предварительном анализе изучаемой совокупности и предварительных результатах научных исследований с указанием на вероятную клиническую эффективность применения двух методов и их взаимное потенцированное действие, положительно сказывающееся на результате восстановления зрительных функций (полей зрения).

### **Транскраниальная магнитная стимуляция**

Она является перспективным современным методом восстановительного лечения пациентов с ОНМК. Данный метод широко применяется в программах реабилитации после перенесенного инсульта за счет возможности активации высокоинтенсивным магнитным полем нейронных структур.

Поиском оптимальных параметров электромагнитного поля, применяемого в транскраниальной магнитной стимуляции, активно занимались Kim Y. et al. в 2013 г. В исследовании принимало участие 27 пациентов с острым инсультом и нарушением зрительно-пространственного восприятия. Результатом этого исследования было заключение об эффективности транскраниальной магнитной стимуляции, а именно высокочастотной (10 Гц) ритмической транскраниальной магнитной стимуляции (РТМС) при лечении подобных пациентов. Но в систематических обзорах 2015 и 2018 гг. и в проведенном метаанализе, посвященных эффективности неинвазивной стимуляции головного мозга (РТМС и tDCS) при жалобах пациентов, перенесших инсульт, на нарушения периферического зрения, подчеркивались неоднородность исследований, отсутствие отдаленных данных после применения вышеуказанных методик, а, следовательно, отсутствие статистически значимых результатов клинической эффективности и безопасности изучаемых методов [52–54].

Позже, уже в 2021 г., научные работы приобрели более структурированную форму. El Nahas N. et al. проводили исследование по изучению эффективности применения РТМС при восстановлении нарушенного периферического зрения после инсульта. В исследовании участвовало 32 пациента с дефектами полей зрения через 3 месяца после сосудистого события. После курса процедур РТМС с использованием объективных методов исследования полей зрения и опросника зрительного функционирования (VFQ-25) была продемонстрирована высокая эффективность предложенного метода ввиду его избирательной способности воздействовать на остаточное зрение в области очага инфаркта мозга, увеличивая вероятность поиска светового раздражителя и расширяя тем самым поля зрения [55].

Результатом индивидуального плацебо-контролируемого исследования в 2022 г. стало утверждение о значительных положительных результатах применения транскраниальной магнитной стимуляции у пациентов после инсульта с нарушениями пространственного восприятия с указанием сохранения этого эффекта после курса процедур, что повышает значимость результата, говоря о его безопасности и хорошей переносимости [56, 57].

В двойном слепом рандомизированном плацебо-контролируемом интервенционном исследовании при сравнении программ, где на фоне тренировок VST

в одной из групп у пациентов после перенесенного 6 месяцев назад инсульта применялась транскраниальная магнитная стимуляция, выводом стал статистически значимый результат высокой клинической эффективности данного метода [58].

### **Технологии виртуальной реальности**

Возможность моделирования виртуальных сред стала новым прорывным научно-техническим прогрессом в области медицины, что привело к активному внедрению технологии виртуальной реальности на разных этапах реабилитационного процесса. Сгенерированная компьютером виртуальная среда полностью погружает пациента в вымышленный мир путем создания трехмерных симуляций и подачи информации через сенсорные системы. По мнению ряда ученых, метод, позволяющий влиять на нейропластичность путем развития нейронных связей, можно отнести к одному из перспективных в плане восстановления нарушенных зрительных функций. Метод виртуальной реальности позволяет точно контролировать фиксацию взгляда пациента (технология «eye tracking»), движения головы и положение тела и конечностей, что исключает недостаток (отсутствие такого контроля) при применении VRT. А контроль над степенью и видами раздражителей (стимулов), способность отслеживать динамику полученных результатов дают возможность создать оптимальные условия для исследований. Именно этот метод при сравнении его с тренировками, где также применяются компьютерные программы, но ограничивающиеся монитором компьютера, способен на фоне увеличения визуальной информации закрепить полученное двигательными действиями.

Современные технологии виртуальной реальности предполагают различные технические варианты решений: использование очков и шлемов виртуальной реальности (HMD-дисплей, укрепленный на голове), проекторов (комнаты виртуальной реальности), различных манипуляторов, перчаток с сенсорами.

Haо J. et al. в систематическом обзоре 2022 г. отмечают, что изменения нейронной пластичности, вызванные виртуальной реальностью, у людей, перенесших инсульт, способствуют восстановлению и компенсации функциональных нарушений [59].

Исследования ряда авторов показывают, что мультимодальная сенсорная информация, полученная таким образом, способна привести к улучшению зрительного поиска, улучшению зрительной памяти, снижению уровня депрессии у пациентов с нарушениями периферического зрения. Li S. et al. сообщают о значительном улучшении функции бинокулярного зрения у пациентов с недостаточностью конвергенции. A Daibert-Nido M. et al. рассматривали возможность реабилитации пациентов с гемианопсией при помощи технологии виртуальной реальности в домашних условиях, подчеркивая перспективность данного метода [60–62].

Широко исследуется использование технологий виртуальной реальности при реабилитации пациентов с односторонней пространственной агнозией после перенесенного инсульта, на что указывалось в систематических обзорах, посвященных изучению применения перспективных методов реабилитации у пациентов с пространственной гемиагнозией [63, 64].

В нескольких исследованиях также сообщалось, что этот метод превосходит традиционную реабилитацию и повышает возможности деятельности пациентов в повседневной жизни [65, 66].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На сегодня не существует окончательных стандартных вариантов лечения нарушений зрения, связанных с инсультом, из-за недостаточности высококачественных научно обоснованных исследований в этой области.

Суммируя результаты обеих частей обзора, посвященного проблеме нарушения зрительных функций у пациентов, перенесших ОНМК, можно сделать следующий вывод.

Многообразие видов зрительных нарушений, глубина поражения, степень влияния на качество жизни и, соответственно, влияние таких нарушений на функциональ-

ные способности пациентов, перенесших инсульт, обуславливает необходимость наличия определенных знаний и навыков лечащих врачей на всех этапах лечения.

Кроме того, нарушение зрения значительно сужает выбор основных программ реабилитации. Точная информация о расстройствах зрительных функций позволит выбрать необходимую стратегию реабилитационного процесса зрительных нарушений, применить соответствующую программу восстановления зрения. Такой подход значительно расширит выбор альтернативных вариантов восстановления после перенесенного церебрального инсульта, где орган зрения должен активно участвовать в восприятии и анализе сенсорной информации, являющейся составной частью всего внешнего для мозга информационного материала, необходимого для проведения восстановительных мероприятий и получения более высоких результатов реабилитации.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Марфина Татьяна Владимировна**, научный сотрудник, отдел физиотерапии и рефлексотерапии, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

E-mail: marfinatv@nmicrk.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2553-1946>

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

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

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

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

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

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

**Мухина Анастасия Александровна**, кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник, отдел физиотера-

пии и рефлексотерапии, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8960-4318>

**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 следующими образом: Марфина Т.В. — концепция протокола исследования, формулирование выводов, набор исследуемого материала, написание статьи; Кончугова Т.В. — концепция протокола исследования, формулирование выводов; Апханова Т.В., Кульчицкая Д.Б., Мухина А.А. — формулирование выводов, корректировка текста статьи.

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

**Конфликт интересов.** Кончугова Т.В. — заместитель главного редактора журнала «Вестник восстановительной медицины», Апханова Т.В. — научный редактор журнала «Вестник восстановительной медицины». Остальные авторы заявляют отсутствие конфликта интересов.

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

## ADDITIONAL INFORMATION

**Tatyana V. Marfina**, Researcher, Department of Physiotherapy and Reflexology, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

E-mail: marfinatv@nmicrk.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2553-1946>

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

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

**Tatiana V. Apkhanova**, D.Sc. (Med.), Chief Researcher, Department of Physiotherapy and Reflexology, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

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

**Detelina B. Kulchitskaya**, D.Sc. (Med.), Professor, Chief Researcher, Department of Physiotherapy and Reflexology, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

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

**Anastasiya A. Mukhina**, Ph.D. (Med.), Leading Researcher, Department of Physiotherapy and Reflexology, National

Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8960-4318>

**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: Marfina T.V. — concept of the research of the study, formulation of conclusions; set of research material, writing an article; Konchugova T.V. — concept of the research of the study; Apkhanova T.V.,

Kulchitskaya D.B., Mukhina A.A. — formulation of conclusions; correction of the text of the article.

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

**Disclosure.** Konchugova T.V. — Deputy Editor-in-Chief of the Journal "Bulletin of Rehabilitation Medicine", Apkhanova T.V. — Scientific Editor of the Journal "Bulletin of Rehabilitation Medicine". The other authors declare no conflicts of interest.

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

## Список литературы / References

- Rowe F, Hepworth L, Howard C, et al. Impact of visual impairment following stroke (IVIS study): a prospective clinical profile of central and peripheral visual deficits, eye movement abnormalities and visual perceptual deficits. *Disabil Rehabil.* 2022; 44(13): 3139–3153. <https://doi.org/10.1080/09638288.2020.1859631>
- Hyndman J., Whelan R., Graham B. Post Stroke Visual Impairment: Interdisciplinary Collaborative Program - Canadian Perspective. *J Binocul Vis Ocul Motil.* 2024; 74(1): 17–31.
- Dogra N., Redmond B., Lilley S., et al. Vision-related quality of life after unilateral occipital stroke. *Brain Behav.* 2024; 14, e3582. <https://doi.org/10.1002/brb3.3582>
- Ali M., Hazelton C., Lyden P., et al. VISTA Collaboration. Recovery from poststroke visual impairment: evidence from a clinical trials resource. *Neurorehabil Neural Repair.* 2013; 27(2): 133–41. <https://doi.org/10.1177/1545968312454683>
- Tharaldsen A., Sand K., Dalen I., et al. NOR-OCCIP Research Group. Vision-related quality of life in patients with occipital stroke. *Acta Neurol Scand.* 2020; 141(6): 509–518. <https://doi.org/10.1111/ane.13232>
- Gray C., French J., Bates D., et al. Recovery of visual fields in acute stroke: homonymous hemianopia associated with adverse prognosis. *Age Ageing.* 1989; 18(6): 419–421. <https://doi.org/10.1093/ageing/18.6.419>
- Zhang X., Kedar S., Lynn M., et al. Natural history of homonymous hemianopia. *Neurology.* 2006; 66(6): 901–905. <https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000203338.54323.22>
- Pambakian A., Wooding D., Patel N., et al. Scanning the visual world: a study of patients with homonymous hemianopia. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2000; 69(6): 751–759. <https://doi.org/10.1136/jnnp.69.6.751>
- Rowe F., Wright D., Brand D., et al. A prospective profile of visual field loss following stroke: prevalence, type, rehabilitation, and outcome. *Biomed Res Int.* 2013; 2013: 719096. <https://doi.org/10.1155/2013/719096>
- Khan S., Leung E., Jay W. Stroke and visual rehabilitation. *Top Stroke Rehabil.* 2008; 15(1): 27–36. <https://doi.org/10.1310/tsr1501-27>
- Pollock A., Hazelton C., Rowe F., et al. Interventions for visual field defects in people with stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2019; Issue 5: CD008388. <https://doi.org/10.1002/14651858>
- Szlyk J., Seiple W., Stelmack J., et al. Use of prisms for navigation and driving in hemianopic patients. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2005; 25(2): 128–135. <https://doi.org/10.1111/j.1475-1313.2004.00265.x>
- Giorgi R., Woods R., Peli E. Clinical and laboratory evaluation of peripheral prism glasses for hemianopia. *Optom Vis Sci.* 2009; 86(5): 492–502. <https://doi.org/10.1097/OPX.0b013e31819f9e4d>
- Bowers A., Keeney K., Peli E. Randomized crossover clinical trial of real and sham peripheral prism glasses for hemianopia. *JAMA Ophthalmol.* 2014; 132(2): 214–222. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2013.5636>
- Rowe F., Conroy E., Bedson E., et al. A pilot randomized controlled trial comparing effectiveness of prism glasses, visual search training and standard care in hemianopia. *Acta Neurol Scand.* 2017; 136(4): 310–321. <https://doi.org/10.1111/ane.12725>
- Crossland M., Reuben M., Bedford S. Novel use of a Franklin split lens for cycling with hemianopia. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2022; 42(1): 218–223. <https://doi.org/10.1111/opo.12906>
- Falahati M., Kurukuti N., Vargas-Martin F., et al. Oblique multi-periscopic prism for field expansion of homonymous hemianopia. *Biomed Opt Express.* 2023; 14(5): 2352–2364. <https://doi.org/10.1364/BOE.485373>
- Плисов И.Л., Пузыревский К.Г., Атаманов В.В. Тактика и методы лечения паралитического косоглазия. *Бюллетень Сибирского отделения Российской академии медицинских наук.* 2009; 29(4): 111–113. [Plisov I.L., Puzyrevsky K.G., Atamanov V.V. Tactics and Methods of Paralytic Strabismus Treatment. *Bulletin of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences.* 2009; 29(4): 111–113 (In Russ.).]
- Гладышева Г.В., Плисов И.Л., Анциферова Н.Г., Пушина В.Б. Парез горизонтального взгляда - какую тактику ведения выбрать. *Офтальмохирургия.* 2023; 2: 80–85. <https://doi.org/10.25276/0235-4160-2023-2-80-85> [Gladysheva G.V., Plisov I.L., Antsiferova N.G., Pushchino V.B. Paresis of the horizontal gaze - which tactics to choose. *Ophthalmosurgery.* 2023; 2: 80–85 (In Russ.).]
- Serino A., Barbiani M., Rinaldesi M., et al. Effectiveness of prism adaptation in neglect rehabilitation: a controlled trial study. *Stroke.* 2009; 40(4): 1392–1398. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.108.530485>
- Mizuno K., Tsuji T., Takebayashi T., et al. Prism adaptation therapy enhances rehabilitation of stroke patients with unilateral spatial neglect: a randomized, controlled trial. *Neurorehabil Neural Repair.* 2011; 25(8): 711–720. <https://doi.org/10.1177/1545968311407516>
- Li J., Li L., Yang Y., Chen S. Effects of Prism Adaptation for Unilateral Spatial Neglect After Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Am J Phys Med Rehabil.* 2021; 100(6): 584–591. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000001598>
- Longley V., Hazelton C., Heal C., et al. Non-pharmacological interventions for spatial neglect or inattention following stroke and other non-progressive brain injury. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2021; Issue 7: CD003586. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003586.pub4>
- Mannan S., Pambakian A., Kennard C. Compensatory strategies following visual search training in patients with homonymous hemianopia: an eye movement study. *J Neurol.* 2010; 257(11): 1812–1821. <https://doi.org/10.1007/s00415-010-5615-3>
- Jacquín-Courtois S., Bays P., Salemm R., et al. Rapid compensation of visual search strategy in patients with chronic visual field defects. *Cortex.* 2013; 49(4): 994–1000. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2012.03.025>

26. Nelles G., Esser J., Eckstein A., et al. Compensatory visual field training for patients with hemianopia after stroke. *Neurosci Lett.* 2001; 29; 306(3): 189–192. [https://doi.org/10.1016/s0304-3940\(01\)01907-3](https://doi.org/10.1016/s0304-3940(01)01907-3)
27. Schuett S., Heywood C., Kentridge R., Zihl J. Rehabilitation of hemianopic dyslexia: are words necessary for re-learning oculomotor control? *Brain.* 2008; 131(Pt 12): 3156–3168. <https://doi.org/10.1093/brain/awn285>
28. Aimola L., Lane A., Smith D., et al. Efficacy and feasibility of home-based training for individuals with homonymous visual field defects. *Neurorehabil Neural Repair.* 2014; 28(3): 207–218. <https://doi.org/10.1177/1545968313503219>
29. Ong Y., Jacquin-Courtois S., Gorgoraptis N., et al. Eye-Search: A web-based therapy that improves visual search in hemianopia. *Ann Clin Transl Neurol.* 2015; 2(1): 74–78. <https://doi.org/10.1002/acn3.154>
30. de Haan G., Melis-Dankers B., Brouwer W., et al. The Effects of Compensatory Scanning Training on Mobility in Patients with Homonymous Visual Field Defects: A Randomized Controlled Trial. *PLoS One.* 2015; 10(8): e0134459. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134459>
31. Hanna K., Hepworth L., Rowe F. The treatment methods for post-stroke visual impairment: A systematic review. *Brain Behav.* 2017; 6; 7(5): e00682. <https://doi.org/10.1002/brb3.682>
32. Maeyama T., Okada H., Sakai S. The effects of rehabilitative interventions on reading disorders caused by homonymous visual field defects: a meta-analysis focusing on improvement in reading speed. *Acta Neurol Belg.* 2024; 124(1): 123–140. <https://doi.org/10.1007/s13760-023-02327-6>
33. Tol S.; de Haan G.; Postuma E., et al. Reading Difficulties in Individuals with Homonymous Visual Field Defects: A Systematic Review of Reported Interventions. *Neuropsychol. Rev.* 2024; 1–47. <https://doi.org/10.1007/s11065-024-09636-4>
34. Batul S., Zafar H., Gilani S., et al. The effect of visual scanning exercises in addition to a specific task approach on balance and daily activities in stroke patients with impaired eye movement: a randomized controlled trial. *United Kingdom*, 2022; 22: 312. <https://doi.org/10.1186/s12883-022-02843-7>
35. van Wyk A., Eksteen C., Rheeder P. The effect of visual scanning exercises integrated into physiotherapy in patients with unilateral spatial neglect poststroke: a matched-pair randomized control trial. *Neurorehabil Neural Repair.* 2014; 28(9): 856–873. <https://doi.org/10.1177/1545968314526306>
36. Spaccavento S., Cellamare F., Cafforio E., Craca A. Efficacy of visual-scanning training and prism adaptation for neglect rehabilitation. *Appl Neuropsychol Adult.* 2016; 23(5): 313–321. <https://doi.org/10.1080/23279095.2015.1038386>
37. Gammeri R., Schintu S., Salatino A., et al. Effects of prism adaptation and visual scanning training on perceptual and response bias in unilateral spatial neglect. *Neuropsychol Rehabil.* 2024; 34(2): 155–180. <https://doi.org/10.1080/09602011.2022.2158876>
38. Загайнова А.Ю., Кузюкова А.А., Добрякова В.В. Рашидова Э.Ш. Успешное преодоление односторонней пространственной агнозии в позднем восстановительном периоде ишемического инсульта: клинический случай. *Вестник восстановительной медицины.* 2023; 22(2): 102–111. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-2-102-111> [Zagaynova A.Yu., Kuzyukova A.A., Dobryakova V.V., Rashidova E.Sh. Overcoming Unilateral Spatial Agnosia in the Late Recovery Period of Ischemic Stroke: a Case Report. *Bulletin of Rehabilitation Medicine.* 2023; 22(2): 102–111. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-2-102-111> (In Russ.).]
39. Sabel B., Kenkel S., Kasten E. Vision restoration therapy (VRT) efficacy as assessed by comparative perimetric analysis and subjective questionnaires. *Restor Neurol Neurosci.* 2004; 22(6): 399–420.
40. Elshout J., Bergsma D., Sibbel J., et al. Improvement in activities of daily living after visual training in patients with homonymous visual field defects using Goal Attainment Scaling. *Restor Neurol Neurosci.* 2018; 36(1): 1–12. <https://doi.org/10.3233/RNN-170719>
41. Pelak V., Dubin M., Whitney E. Homonymous Hemianopia: A Critical Analysis of Optical Devices, Compensatory Training, and NovaVision. *Curr Treat Options Neurol.* 2007; 9(1): 41–47. <https://doi.org/10.1007/s11940-007-0029-y>
42. Frolov A., Feuerstein J., Subramanian P. Homonymous Hemianopia and Vision Restoration Therapy. *Neurol Clin.* 2017; 35(1): 29–43. <https://doi.org/10.1016/j.ncl.2016.08.010>
43. Mödden C., Behrens M., Damke I., et al. A randomized controlled trial comparing 2 interventions for visual field loss with standard occupational therapy during inpatient stroke rehabilitation. *Neurorehabil Neural Repair.* 2012; 26(5): 463–469. <https://doi.org/10.1177/1545968311425927>
44. Sabel B., Thut G., Haueisen J., et al. Vision modulation, plasticity and restoration using non-invasive brain stimulation — An IFCN-sponsored review. *Clin Neurophysiol.* 2020; 131(4): 887–911. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2020.01.008>
45. Antal A., Nitsche M.A., Kruse W., et al. Direct current stimulation over V5 enhances visuomotor coordination by improving motion perception in humans. *J Cogn Neurosci.* 2004; 16(4): 521–527. <https://doi.org/10.1162/089892904323057263>
46. Kraft A., Roehmel J., Olma M., et al. Transcranial direct current stimulation affects visual perception measured by threshold perimetry. *Exp Brain Res.* 2010; 207(3–4): 283–290. <https://doi.org/10.1007/s00221-010-2453-6>
47. Бакулин И.С., Лагода Д.Ю., Пойдашева А.Г. и др. Транскраниальная стимуляция постоянным током при постинсультной гемианопсии. *Анналы клинической и экспериментальной неврологии.* 2020; 14(2): 5–14. <https://doi.org/10.25692/ACEN.2020.2.1> [Bakulin I.S., Lagoda D.Yu., Poydasheva A.G., et al. Transcranial direct current stimulation in poststroke hemianopia. *Annals of clinical and experimental neurology.* 2020; 14(2): 5–14. <https://doi.org/10.25692/ACEN.2020.2.1> (In Russ.).]
48. Alber R., Moser H., Gall C., Sabel B.A. Combined Transcranial Direct Current Stimulation and Vision Restoration Training in Subacute Stroke Rehabilitation: A Pilot Study. *PM & R.* 2017; 9(8): 787–794. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2016.12.003>
49. Plow E., Obretenova S., Jackson M., et al. Temporal profile of functional visual rehabilitative outcomes modulated by transcranial direct current stimulation. *Neuromodulation.* 2012; 15(4): 367–373. <https://doi.org/10.1111/j.1525-1403.2012.00440.x>
50. Diana L., Casati C., Melzi L., Bianchi Marzoli S., Bolognini N. The effects of occipital and parietal tDCS on chronic visual field defects after brain injury. *Front Neurol.* 2024; 15: 1340365. <https://doi.org/10.3389/fneur.2024.1340365>
51. Xu J., Wu Z., Nürnberger A., Sabel B.A. Reorganization of Brain Functional Connectivity Network and Vision Restoration Following Combined tACS-tDCS Treatment After Occipital Stroke. *Front Neurol.* 2021; 12: 729703. <https://doi.org/10.3389/fneur.2021.729703>
52. Kim Y., Chun M., Yun G., et al. The effect of virtual reality training on unilateral spatial neglect in stroke patients. *Ann Rehabil Med.* 2011; 35(3): 309–315. <https://doi.org/10.5535/arm.2011.35.3.309>
53. Salazar A., Vaz P., Marchese R., et al. Noninvasive Brain Stimulation Improves Hemispatial Neglect After Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2018; 99(2): 355–366.e1. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2017.07.009>
54. Jacquin-Courtois S. Hemi-spatial neglect rehabilitation using non-invasive brain stimulation: or how to modulate the disconnection syndrome? *Ann Phys Rehabil Med.* 2015; 58(4): 251–258. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2015.07.388>
55. El Nahas N., Elbokl A., Abd Eldayem E., et al. Navigated perilesional transcranial magnetic stimulation can improve post-stroke visual field defect: A double-blind sham-controlled study. *Restor Neurol Neurosci.* 2021; 39(3): 199–207. <https://doi.org/10.3233/RNN-211181>
56. Лебедева Д.И., Туровина Е.Ф., Десятова И.Е. и др. 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., et al. 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.).]

57. Schuhmann T., Duecker F., Middag-van Spanje M., et al. Transcranial alternating brain stimulation at alpha frequency reduces hemispatial neglect symptoms in stroke patients. *Int J Clin Health Psychol.* 2022; 22(3): 100326. <https://doi.org/10.1016/j.ijchp.2022.100326>
58. Middag-van Spanje M., Schuhmann T., Nijboer T., et al. Study protocol of transcranial electrical stimulation at alpha frequency applied during rehabilitation: A randomized controlled trial in chronic stroke patients with visuospatial neglect. *BMC Neurol.* 2022; 22(1): 402. <https://doi.org/10.1186/s12883-022-02932-7>
59. Hao J., Xie H., Harp K., et al. Effects of Virtual Reality Intervention on Neural Plasticity in Stroke Rehabilitation: A Systematic Review. *Arch Phys Med Rehabil.* 2022; 103(3): 523–541. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2021.06.024>
60. Li S., Tang A., Yang B., et al. Virtual reality-based vision therapy versus OBVAT in the treatment of convergence insufficiency, accommodative dysfunction: a pilot randomized controlled trial. *BMC Ophthalmol.* 2022; 22(1): 182. <https://doi.org/10.1186/s12886-022-02393-z>
61. Dehn L., Piefke M., Toepper M., et al. Cognitive training in an everyday-like virtual reality enhances visual-spatial memory capacities in stroke survivors with visual field defects. *Top Stroke Rehabil.* 2020; 27(6): 442–452. <https://doi.org/10.1080/10749357.2020.1716531>
62. Daibert-Nido M., Pyatova Y., Cheung K., et al. An Audiovisual 3D-Immersive Stimulation Program in Hemianopia Using a Connected Device. *Am J Case Rep.* 2021; 22: e931079. <https://doi.org/10.12659/AJCR.931079>
63. Gammeri R., Iacono C., Ricci R., Salatino A. Unilateral Spatial Neglect After Stroke: Current Insights. *Neuropsychiatr Dis Treat.* 2020; 16: 131–152. <https://doi.org/10.2147/NDT.S171461>
64. Salatino A., Zavattaro C., Gammeri R., et al. Virtual reality rehabilitation for unilateral spatial neglect: A systematic review of immersive, semi-immersive and non-immersive techniques. *Neurosci Biobehav Rev.* 2023; 152: 105248. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2023.105248>
65. Fordell H., Bodin K., Eklund A., Malm J. RehAtt — scanning training for neglect enhanced by multi-sensory stimulation in Virtual Reality. *Top Stroke Rehabil.* 2016; 23(3): 191–199. <https://doi.org/10.1080/10749357.2016.1138670>
66. Shin J., Kim M., Lee J., et al. Feasibility of hemispatial neglect rehabilitation with virtual reality-based visual exploration therapy among patients with stroke: randomised controlled trial. *Front Neurosci.* 2023; 17: 1142663. <https://doi.org/10.3389/fnins.2023.1142663>

# Key Milestones and Events in the History of Kazakh Balneology

 Sayagul A. Kairgeldina<sup>1,\*</sup>,  Kanat T. Tekebaev<sup>1</sup>,  Madina B. Baurzhan<sup>1</sup>,  
 Karlygash S. Absattarova<sup>1</sup>,  Natalia V. Slivkina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Research Institute of Balneology and Medical Rehabilitation of the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan

<sup>2</sup>Astana Medical University, Astana, Kazakhstan

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** The profound socio-political and economic changes of the 1990s had a negative impact on people's quality of life and overall health. The constant stress inherent in urbanized society leads to a decline in the functional capabilities of the human body. Developing the health resort complex is a key solution to maintain the population's essential life-support systems and address the challenges associated with urbanization. To better understand the current state of the resort industry in Kazakhstan, it is important to explore its history and development. This will help us understand its characteristics and challenges.

**AIM.** To examine and evaluate the historically significant events in the development of balneology in Kazakhstan, as well as to identify current trends and outlooks for the modernization of the country's resort industry.

**MATERIALS AND METHODS.** In order to conduct a comprehensive literature review, a range of international electronic databases were consulted, including Medline, PubMed, Google Scholar and eLibrary. The period under review extended from 2014 to 2024, with earlier works of seminal importance also included in the analysis. Literature searches were conducted using comprehensive search strategies that were relevant to the development of Kazakhstani balneology during certain historical periods.

**RESULTS AND DISCUSSION.** The history of health resort treatment in Kazakhstan goes back well beyond the thirty years since the country's independence. This traditional form of therapy is used in various fields of medicine for disease prevention. Sanatoriums and resorts offer a wide range of natural resources, including a unique climate, clean mountain air, mineral waters and therapeutic muds. These elements create exceptional conditions for recovery and improved health. This approach combines traditional medical practices with modern technologies, as well as natural and climatic factors. Although Kazakhstan has a significant recreational potential, the demand for these services is still low. This may be due to the fact that the focus is still on the Soviet-style recreation, which emphasizes social interaction and the state engagement. In the past, the government had to cover significant expenses for running sanatoriums, resorts, and providing recreational services, ensuring restorative care for people.

**CONCLUSION.** The development of resorts in Kazakhstan has undergone significant transformations, starting in the pre-socialist period and continuing into the post-Soviet era of modernization. Thanks to its rich natural resources and government support, as well as private investment, Kazakhstan was able to partially maintain its resort industry. However, the modernization of Kazakhstan's resorts and sanatoriums requires government regulation, followed by optimization and digitalization of the health resort network in order to provide high-quality treatment and recreational services that are accessible to all segments of the population.

**KEYWORDS:** history of balneology, the Republic of Kazakhstan, rehabilitation therapy, natural resources, recreational therapy

**For citation:** Kairgeldina S.A., Tekebaev K.O., Baurzhan M.B., Absattarova K.S., Slivkina N.V. Key Milestones and Events in the History of Kazakh Balneology. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(6):111-118. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-6-111-118>

\* **For correspondence:** Sayagul A. Kairgeldina, E-mail: [s.kairgeldina@mail.ru](mailto:s.kairgeldina@mail.ru), [sanborovoe@mail.ru](mailto:sanborovoe@mail.ru)

Статья получена: 14.11.2024

Статья принята к печати: 10.12.2024

Статья опубликована: 16.12.2024

## Важные вехи и события в истории казахстанской курортологии

 Каиргельдина С.А.<sup>1,\*</sup>,  Текебаев К.О.<sup>1</sup>,  Бауржан М.Б.<sup>1</sup>,  Абсаттарова К.С.<sup>1</sup>,  
 Сливкина Н.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> РГП НА ПХВ «Научно-исследовательский институт курортологии и медицинской реабилитации» Минздрава Республики Казахстан, Астана, Казахстан

<sup>2</sup> НАО «Медицинский университет Астана», Астана, Казахстан

### РЕЗЮМЕ

**ВВЕДЕНИЕ.** Глубокие социально-политические и экономические изменения 1990-х годов оказали негативное влияние на качество жизни людей и общее состояние их здоровья. Постоянный стресс, присущий урбанизированному обществу, приводит к снижению функциональных возможностей человеческого организма. Развитие санаторно-курортного комплекса является ключевым решением для поддержания основных систем жизнеобеспечения населения и решения проблем, связанных с урбанизацией. Чтобы лучше понять текущее состояние курортной индустрии в Казахстане, важно изучить ее историю и развитие. Это поможет нам понять его особенности и проблемы.

**ЦЕЛЬ.** Изучить и оценить исторически значимые события в развитии курортологии в Казахстане, а также определить современные тенденции и перспективы модернизации курортной индустрии в стране.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** Для обзора литературы были использованы международные электронные базы данных, такие как Medline, PubMed, Google Scholar и eLibrary. Были проанализированы публикации за 2014–2024 годы, а также более ранние работы, имеющие основополагающее значение. Поиск литературы проводился с использованием комплексных стратегий поиска, которые имели отношение к развитию казахстанской курортологии в определенные исторические периоды.

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.** История санаторно-курортного лечения в Казахстане насчитывает более тридцати лет с момента обретения страной независимости. Эта традиционная форма лечения используется в различных областях медицины для профилактики заболеваний. Санатории и курорты предлагают широкий спектр природных ресурсов, включая уникальный климат, чистый горный воздух, минеральную воду и целебные грязи. Эти элементы создают исключительные условия для оздоровления и улучшения состояния здоровья. Такой подход сочетает традиционные медицинские практики с современными технологиями, а также природно-климатические факторы. Несмотря на то что Казахстан обладает значительным рекреационным потенциалом, спрос на эти услуги по-прежнему остается низким. Возможно, это связано с тем, что в центре внимания по-прежнему отдых в советском стиле, в котором особое внимание уделяется социальному взаимодействию и участию государства. В прошлом правительству приходилось покрывать значительные расходы на содержание санаториев, курортов и предоставление рекреационных услуг, обеспечивая восстановительный уход за людьми.

**ВЫВОДЫ.** Развитие курортов в Казахстане претерпело значительные изменения, начавшиеся в досоциалистический период и продолжающиеся в постсоветскую эпоху модернизации. Благодаря своим богатым природным ресурсам и государственной поддержке, а также частным инвестициям, Казахстан смог частично сохранить свою курортную индустрию. Однако модернизация казахстанских курортов и санаториев требует государственного регулирования с последующей оптимизацией и цифровизацией санаторно-курортной сети с целью предоставления высококачественных лечебно-оздоровительных услуг, доступных всем слоям населения.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** история курортологии, Республика Казахстан, восстановительная терапия, природные богатства, лечение в рекреационных зонах

**Для цитирования:** Kaigeldina S.A., Tekebaev K.O., Baurzhan M.B., Absattarova K.S., Slivkina N.V. Key Milestones and Events in the History of Kazakh Balneology. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(6):111-118. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-6-111-118>

\* For correspondence: Sayagul A. Kaigeldina, E-mail: s.kaigeldina@mail.ru, sanborovoe@mail.ru

Received: 14.11.2024

Accepted: 10.12.2024

Published: 16.12.2024

### INTRODUCTION

The basis of human existence is considered to be their state of health. In today's world, the primary objective of all urbanised states is the advancement and protection of public health. The Republic of Kazakhstan is one of the developing urbanized states. According to the latest statistical data as of 1 July 2024, 62.7 % of the population of the RK live in cities, representing 12.630.546 people out of a total population of 20.159.707. [1]. The key focus of the Concept of Healthcare Development in the Republic of Kazakhstan until 2026 is

to fight and counteract the main predictors of circulatory system diseases and causes of mortality among the working-age population<sup>1</sup>.

However, insufficient attention has been paid to the application of preventive medicine measures and modern disease prevention methods, particularly in fostering a

<sup>1</sup> Decree of the Government of the Republic of Kazakhstan dated 24.11.2022 No. 945 "On Approval of the Concept for the Development of Healthcare of the Republic of Kazakhstan until 2026"

healthy lifestyle and improving population health at the stage of health-resort treatment.

It is beyond doubt that the therapeutic and recreational effects of natural resources have been known since ancient times. In fact, the trivial buildings of spas in the vicinity of mineral waters created at the beginning of the 15th century are the forerunners of modern resorts. The population of Kazakhstan has been using the therapeutic properties of mineral waters and muds for centuries, but it was only in the 19th century that balneology made significant progress [2].

The history of balneology in Kazakhstan is long and distinguished, with its roots dating back to the Soviet era. It was during this period that the fundamental principles of the modern health resort industry were established [3]. During the Soviet era, a unique health resort treatment system was developed which was distinct from any other system in the world. The concept of continuity served as the basis for a three-stage health recovery system for the entire Soviet population. During the same period, a centralized management system was introduced in the health resort treatment, ensuring sustainable operation and dynamic development of health resort complexes [4].

After the collapse of the Union of Soviet Socialist Republics (USSR) and the emergence of a market economy, the health resort industry of independent Kazakhstan lost its scientific, technical and material infrastructure. Changes and reforms in all spheres of the state at the stage of modernization changed the fundamental framework for the operation of the health resort complex and led to a crisis in the spa sector [5]. After gaining independence, Kazakhstan continued to develop and modernize its health resort facilities, adapting to new economic and social realities. To have a complete understanding of the principles, specificity and identity of the Kazakhstan health-resort industry, it is necessary to give an outline of the historical evolution through the development of the general format of the organization of health-resort services [6].

This article explores the historical evolution and establishment of the health-resort industry through the analysis of the transforming model and organizational framework of the health-resort complex.

AIM

To examine and assess notable historical milestones in the history of Kazakh balneology, as well as to identify current trends and prospects for the modernization of the health-resort industry in Kazakhstan.

MATERIALS AND METHODS

The literature search was conducted in international databases such as Medline PubMed and Google Scholar, using Medical Subject Headings (MeSH) terms: USSR Balneology/history, Health Resorts/history, and Kazakhstan. Specific methodological filters were applied to narrow the search focus to studies with critical review designs and reports.

For the historical research, the authors used a natural science approach, which allowed for a deeper understanding of the paradigm of the formation of the health-resort industry during the Soviet era and its subsequent development in the post-Soviet period. This included the analysis of historical data, the study of documents and literary sources, as well as the comparison of various aspects of resort treatment and its evolution in the context of social and medical policy.

RESULTS AND DISCUSSION

According to calculations by the Bureau of National Statistics of the Republic of Kazakhstan, as of the end of 2023, there were 175 restorative treatment and medical rehabilitation organizations in the country, including 115 sanatoriums, 26 rehabilitation centers, 25 specialized sanatoriums and other facilities, and 9 health resorts [7].

The historical evolution and establishment of the sanatorium-resort industry in Kazakhstan had begun long before gaining independence and sovereignty. Given the close historical ties with Russia during the Soviet Union era, it is reasonable to use the Russian model of sanatorium-resort complexes for analyzing aspects of resort treatment, comparing and adapting it to our circumstances and context [8, 9].

Thus, three distinct periods can be identified in the establishment and development of the health-resort sector:

Table 1. Format of the structure of health-resort services in the Republic of Kazakhstan

| Period Name | Historical Period                                                  | Period Description                                                              |                                                                                                                 |                                                                                                                         |
|-------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             |                                                                    | Key Characteristics                                                             | Structure Format                                                                                                | Goal                                                                                                                    |
| Stage I     | Pre-Socialist. From the establishment of the Kazakh Khanate — 1917 | Exploration and use of natural therapeutic resources, early concept of resorts. | There is no model formed as such, but there is an understanding of the resort area helping to overcome ailments | Strengthening and restoring individual health (mainly for warriors recovering after repelling attacks of the neighbors) |
| Stage II    | As a republic of USSR 1917–1992                                    | Dynamic development of the health-resort sector with ongoing scientific support | Centralized state-run system for resort management                                                              | Universal access to health and wellness activities to promote public health                                             |
| Stage III   | Independence and independence from 1992 to date                    | Uncoordinated development, establishment of various forms of ownership          | Combination of state and private health-resort services                                                         | Supporting individual and public health                                                                                 |

- the pre-revolutionary period and the early Soviet era;
- during the USSR period;
- and the gaining sovereignty and independence, followed by the resurgence of capitalist forms in Kazakhstan.

Table 1 shows an adapted structure of the stages in the development of balneology in Kazakhstan.

### Stage I

#### Pre-Socialist Period

In the era of the Kazakh Khanate, there was no management as such in the spas, which were perceived by the locals as places where batyrs, who repelled countless raids of neighbors, and rich nobles restored their strength and health. The pre-socialist period is characterized by the fragmentary work of the health resort sphere, where there was a predominantly patronizing attitude to balneology [10]. In this period, the services of market exchange of goods were just emerging. Not all population groups in Kazakhstan could have full access to health rehabilitation programs. During this period, the private practice of healers prevailed, so the level of organization of therapeutic work was also at a low level. All this allows us to interpret that the pre-socialist period of health resort business has a fragmented organizational and economic format, the purpose of which was to maintain and strengthen individual, rather than public, health [11].

### Stage II

#### Soviet Period

From the first years of the Soviet power, the use of natural physical factors to improve the nation's health was given great importance [12]. After a special government decree in 1918, all the resorts that existed on the territory of the country were declared state property and transferred to the Supreme Council of National Economy, which assigned the task of their management to the People's Commissariat of Public Health of the USSR [13, 14]. From this period, the spa activities of Kazakhstan became part of the USSR healthcare system [6, 15].

Trade unions were involved in administrative and management work, while associations of doctors specializing in health resort rehabilitation were in charge of scientific and methodological support [16]. Thus, an original model of the organization of resort complexes was formed. This created a unique structure for the resort industry in the USSR, unprecedented on the global stage. The system was characterized by accessibility, wide availability, and a preventive focus, making resort therapy and wellness a regular part of the Soviet national culture.

New progressive forms of restorative and rehabilitative care were introduced in spa complexes, as well as standardized programs of spa therapies and services. Cost minimization and a high level of comfort became the cornerstones of the development of a unified state policy in the field of balneology [17–19].

Although the resorts belonged to different sectors and government departments, this did not prevent them from pursuing a unified state policy in the field of health recovery and recreation. Funding came mainly from the State Social Insurance Fund and various ministerial funds, which allowed the institutions to finance new construction, reconstruction and substantial modernization.

Economic science began to recognize the resort sector as a contributor to economic growth and national wealth, moving away from its prior view of the industry as unproductive [20–22].

During this period, non-market methods dominated in coordinating resort activities, while administrative organizations managed the allocation of resources, achieving a balance of supply and demand in the resort economy through collective management structures and relevant social and financial institutions [23–25].

### Stage III

#### Independence

The reforms of the 1990s caused cardinal changes in the functioning of the health resort complex of the independent state. The collapse of trade unions and the withdrawal of social insurance funds made it impossible to differentiate between spa vouchers or to cover payments to holidaymakers in the form of compensation.

The funds were withdrawn from the management of trade unions, which, in turn, lost their functions. The established state social insurance funds, in turn, stopped allocating any funds to recreational facilities, except for payment for the cost of stays, which deprived health resorts of funds for expanded reproduction. The difficult economic situation in most sectors of the national economy sharply reduced another source of financing of the resort complex — the funds of industrial enterprises, for which the tasks of fighting for their own survival with the traditional leftover attitude to the problems of recreation and treatment of workers came to the foreground. This could not but affect the state of health resort institutions, statistical indicators of health resort services sharply deteriorated. Only health resorts of the Ministry of Health and law enforcement agencies retained their state status, while the rest were transformed into organizations of different organizational and legal forms and forms of ownership and switched to self-management [26].

The collapse of the USSR, the transition to a market economy, and the difficult economic situation of the transition period hit the spa industry hard. The impoverished population could not pay for health resort treatment. The health-resort system began to fall apart. Many resorts operated at half capacity or less, becoming unprofitable and closing. Only well-to-do citizens could afford health-resort treatment, preferring rehabilitation abroad. Along with changes in quantity, the country's resort complex was reformed in terms of quality. Resorts acquired new organizational and legal forms in accordance with Kazakhstani legislation, and this privatization was of a fundamental nature and reflected a change in ownership forms [27–29].

Since the late 90s, positive development trends have been observed in the health-resort industry of Kazakhstan. Health resorts that survived the transition period began to acquire modern medical equipment and develop new types of services. Unique natural resources, ongoing achievements of Kazakhstani balneology combined with new trends to expand the range of services, improve the comfort of health resorts provide a real opportunity for the successful development of both individual health resort institutions and the industry as a whole [30, 31]. The health-resort industry, like other sectors, saw a shift in ownership forms, leading to a multi-structured landscape with diverse organizational

and legal frameworks for resorts. Today, maximum efficiency in recreational institutions is achieved through a pluralistic approach to ownership and management [32]. At the same time, if state and municipal health resorts in their activities are focused on solving medical and social problems, then private health resorts focus on economic efficiency of resource use. Given the diverse forms of sanatorium-resort services, a symbiotic approach that blends public and private resort treatment is currently the most effective model for serving the population [33].

With the development of market relations, the resort complex evolved not only quantitatively, but underwent changes in quality as well. With the change in the conditions of functioning of the health resort industry, there emerged a need to develop new structural and organizational forms, taking into account regional peculiarities and recreational and recovery potential of natural resources. In addition, these forms had to consider the laws of business and ensure the increase of profitability of the health resort industry [34–36].

In the times of market-based relationships, there has been a significant risk of excessive commercialization in the health-resort sector. First of all, this situation has led to the disappearance of affordable but essential medical services and reduced access to recreational services due to the increased cost of vouchers, and secondly it has also caused a decline in research activities in the field of balneology. Experts in the field of health-resort economics believe that a significant boost for the national health-resort industry can be achieved through the integration of innovative therapeutic and preventive measures with various tourism sector services and technologies (such as marketing, management, and hospitality) — a powerful leisure and entertainment industry [37–40].

It is undeniably important to preserve the best traditions of domestic balneology, which contribute to strengthening the health of the nation. An extensive research conducted over many years by Pyatigorsk State Scientific Research Institute of Balneology indicate that spa treatments can be an effective intervention for adults and children with common chronic diseases, with significant medical, social, and economic effects:

- medical effects include — reduced frequency and intensity of disease exacerbations by 2.5–3 times, reduced hospitalization by 1.5–2 times, decreased average hospital stay by 20–30 %, reduction in the average duration of 1 case of temporary disability by 30–40 %, increase in the remission period of the main disease by 3.5–4 times, of comorbidities by 1.5–2 times, reduction in disease progression by improving the functional status of organs and body systems, increase in the physiological reserves of the organism;
- social effects include — improvement of the quality of life, restoration of domestic, professional and social functions, reduction of disability, increase in labor potential and professional longevity;
- effects include — it is estimated that employees will return to work 3–4 times more often, reducing the cost of social insurance payments and the financial costs by 2–2.5 times (due to reduced use of medical services, taking pharmaceuticals, use of outpatient clinics, treatment in hospitals, etc.), increase in labor productivity 10–15 %.

At the present stage, the management structure of health resort business in the Republic of Kazakhstan, corresponding to the market model of economic management, is still being formed. In each region there are many sanatoriums, hospitals, which treat all kinds of diseases, both with the help of medicines and traditional methods. As for the specifics, most people who have undergone various kinds of diseases, surgeries, injuries, also people suffering from joint diseases, etc., are in dire need of sanatoriums, and they play an important role in complementary medicine. The deterioration of air quality contributes to various diseases, weakens the human body, and reduces its resistance to stress and external viruses. Due to the deterioration of air, there are so many different kinds of diseases, after which the human body becomes weakened and becomes unstable to stress and external types of viruses. Also, people get tired of their daily work, in which they practically stay in a stressful state, in which it becomes more and more difficult to cope with their job responsibilities. In such a situation, treatment and recreation in a sanatorium complex will restore all the lost strength and health, both physical and psychological state. This all helps to recover and continue your labor activity in a normal rhythm. Timely treatment in a sanatorium can prevent any disease from moving to a chronic stage. If a person is healthy and refreshed, he/she is a good worker. Thus, if the state develops such health resort complexes in the country and focuses on the simple, necessary needs of people, finance materially support all the complexes, it is certainly a long-term investment in the future.

Medical sanatoriums provide a variety of therapies, including massage, physiotherapy, and dietary therapy, as well as other treatments tailored to each patient's specific needs. These treatments are based on the type of illness the patient has. Most sanatoriums specialize in one or more types of illness, and can be divided into single-profile or multi-profile facilities. Single-profile sanatoriums focus on treating only one type of illness, while multi-profile ones can treat a variety of conditions. Multi-profile sanatoriums have different departments, each specializing in a specific type of treatment. The course of treatment depends on the examination, analysis, and referral of the patient [41].

Despite progress in health-resort projects, there are obstacles hindering the development of this sector:

- accommodation conditions in medical preventive centers in Kazakhstan do not fully meet the European standards;
- decreasing accessibility of health-resort services for socially vulnerable groups, such as low-income individuals;
- unstable growth in the cost of health-resort services;
- disjointed management of the health resort sector in the Republic of Kazakhstan, in other words, the health resort sector is important for the health care system and tourism as a complementary sector;
- lack of an appropriate regulatory and legal framework;
- poor use of medical statistics on health resort service;
- the scientific concept of the development of health-resort services is practically non-existent.

## CONCLUSION

The health-resort sector is a traditional form of health recovery for post-Soviet countries. In Western countries, where spa business originated, the market has ousted health recovery from the first positions in tourism, replacing it by entertainment and recreation.

Kazakhstan has a variety of natural and recreational resources which are the basis for the operation of health resorts. However, the existing problems, both in the field of functioning of resorts themselves and organization of health resort treatment, as well as in the field of balneology, in modern market conditions make the industry uncompetitive. At the present stage, a targeted strategy of resort and recreational development is required, including a comprehensive assessment of existing and new natural therapeutic resources, their resort development, development of new medical technologies for the application of natural therapeutic factors, as well as the creation of organizational and legal forms that allow effective development of the health-resort industry. Unique natural resources, achievements of Kazakhstan balneology in combination with modern forms of resort management provide an opportunity to preserve the traditions of national balneology and successful development of the health-resort industry.

Kazakhstan has a need for comprehensive measures aimed at improving the health of the population, promoting healthy lifestyles, aimed at the development

of human potential. The role of the health resort sector in this regard is underrated. State attention, expressed in the development of program products, should be focused on enhancing the use of the health-resort complex in order to ensure favorable demographic conditions for socio-economic development. In order to create a national modern highly efficient, competitive system of health-resorts and recovery centers, it is necessary to take a number of measures to develop and improve the system of health-resort recreation in Kazakhstan, such as improving the state regulation of the system of health-resort care and recovery of the population, streamlining the benefits for health-resort treatment and recovery and the conditions for their provision, optimizing the network of health-resorts and recovery centers, improving the quality of health care and recreation, improving the quality of health care and recovery of the population, improving the management of health-resort treatment and recovery of children etc.

In summary, the development of the resort industry in Kazakhstan has undergone significant changes from the Soviet times to the post-Soviet modernization period. It is important to note that thanks to abundant natural resources, state support, and private investment, Kazakhstan has been able to preserve and expand its resort industry. Modern resorts and sanatoriums in Kazakhstan offer quality health and recreational services that appeal to both domestic and international tourists.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Sayagul A. Kairgeldina**, Ph.D. (Biol.), Professor, Director, Research Institute of Balneology and Medical Rehabilitation of the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan.

E-mail: s.kairgeldina@mail.ru, sanborovoe@mail.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-0539-5820>

**Kanat O. Tekebaev**, Ph.D. (Med.), Deputy Director, Research Institute of Balneology and Medical Rehabilitation of the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0977-0701>

**Madina B. Baurzhan**, Ph.D. (Med.), Head of the Research Department, Research Institute of Balneology and Medical Rehabilitation of the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1244-8673>

**Karlygash S. Absattarova**, Ph.D. (Med.), Project Manager of the Research Management Department of the Research Institute of Balneology and Medical Rehabilitation of the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6351-6755>

**Natalia V. Slivkina**, D.Sc. (Med.), Professor, Head of the

Department of Rehabilitation and Sports Medicine, Astana Medical University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8165-0114>

**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: Kairgeldina S.A. — project administration; Tekebaev K.O. — project supervision, data verification; Baurzhan M.B. — scientific analysis, writing — original draft; Absattarova K.S. — data analysis, writing a draft manuscript; Slivkina N.V. — methodology, review & 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.

## References

1. Bureau of National statistics of the Republic of Kazakhstan. Agency for Strategic planning and reforms of the Republic of Kazakhstan. Ministry of National Economy of the Republic of Kazakhstan. Demographic Yearbook 2020. Available at: <https://stat.gov.kz> (Accessed 01.10.2024).
2. Shyngysbaeva S., Saipov, A., Aldasheva, A., et al. Current Issues of Health and Wellness Tourism Based on Population Health Preservation in Eastern Kazakhstan. *GeoJournal of Tourism and Geosites*. 2023; 49(3): 1144–1151. <https://doi.org/10.30892/gtg.49329-1113>
3. Yessengabylova A., Bekbulatovaa A., Suraganovaa S., et al. Recreational Potential of Kazakhstan and Prospects of Medical Health Tourism in This Country. *International journal of environmental & science education*. 2016; 11(15): 8447–8469

4. Polyakov B.A., Kizeev M.V. Efficiency of Medical and Economic Activities of a Sanatorium-and-Spa Facility in the Active Phase of the Public Health System Reform under Macroeconomic Instability. *Problems of Balneology, Physiotherapy, and Exercise Therapy*. 2010; 2: 59–61 (In Russ.)
5. Krivoruchko V.I., Ivanchenko V.R., Covisa T.B. Sanatorium-health Resort sphere: the extension of a functional role in socio-economic development. Krevlacin S.P. Monograph: Sochi. 2015; 158 p.
6. Razumov A.N., Limonov V.I., Nesterova E.V. On the branch science in the sanatorium-resort sphere. *Problems of Balneology, Physiotherapy, and Exercise Therapy*. 2019; 2-2: 139–140 (In Russ.)
7. Bureau of National statistics of the Republic of Kazakhstan. Agency for Strategic planning and reforms of the Republic of Kazakhstan. Sanatorium and resort activities (2023). Available at: <https://stat.gov.kz/ru/industries/labor-and-income/stat-ags/publications/117700/> (Accessed 01.10.2024).
8. Borisova A.V., Ierusalimskiy Yu.Yu. Istoriya razvitiya sanatorno-kurortnogo dela v Rossii. *Sovremennye problemy servisa i turizma*. 2009; 3: 31–34 (In Russ.)
9. Agasarov L.G., Limonov V.I. Main Stages of the Evolution of the Organization Model and the Management System of Health and Spa Service in Russia (Brief Literature Review). *Journal of New Medical Technologies, eEdition*. 2020; 5:130–136 (In Russ.)
10. Bykov A.Yu. Rossijskaya pravitel'stvennaya politika v stepnyh oblastyah i transformaciya tradicionnogo kazahskogo obshchestva: 1731-1917 gg. diss. Sankt-Peterburg. 2005; 50 s. (In Russ.)
11. Usova I.A., Lutfullin M.F. National Medical Research Center of Rehabilitation and Balneology: 100 Years of History. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2021; 20(3): 113–117. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2021-20-3-113-117> (In Russ.)
12. Morozov A.V. The Work the Health People's Commissariat of the RSFSR and N.A. Semashko on the Organization of Sanatorium Care in the First Years of the Soviet Regime. *Journal of New Medical Technologies*. 2016; 4: 246–250 (In Russ.)
13. Antonyuk M.V., Gvozdenko T.A. Historical Aspects of Development of Sanatorium-Spa Treatment in Russia. *Health. Medical Ecology. Science*. 2018; 2(74): 4–10. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1296764> (In Russ.)
14. Parfenov A.A., Datii A.V., Limonov V.I., Korolev Y.N. Problems of development health and resort complex of Russia. *Journal of Restorative Medicine and Rehabilitation*. 2019; 4: 67–70.
15. Oborin M.S., Frolova N.V., Nagoeva T.A., Artamonova O. A. System Research Methods in Modeling of the Market of Sanatorium Services and Resort-Recreational Systems. *Bulletin Of PNU*. 2016; 3(42). C. 131–144 (In Russ.)
16. Stepanyan A.Zh. Main Phases of Implementing Legal and Social and Economic Technologies into Managing the System of Health Resort Rehabilitation of People Exposed to Extreme Stress. *Social Aspects of Population Health*. 2015; 3(43): 9 (In Russ.)
17. Plaggenborg S.H. Revoluciya i kul'tura: Kul'turnye orientiry v period mezhdru Oktyabr'skoj revoluciej i epohoj stalinizma. Sankt-Peterburg: Neva. 2000: 414 s. (In Russ.)
18. Bagashev I. Fizicheskaya kul'tura i kurortnoe delo. *Kurortnoe delo*. 1923; 8–9: 28. (In Russ.)
19. Kuznetsova L.A. Resort Vacation in the Ussr: Gender Aspect. *Perm University Herald. History*. 2011; 3(17): 81–85 (In Russ.)
20. Kuznetsova L.A. Discussions about the form and content of the Soviet holiday resort (The 1920s-1930s). *Perm University Herald. History*. 2018; 4(43): 98–106 (In Russ.)
21. Dolinskaia I.M., Kurbanova L.M. The Republic of Dagestan Resort Territories Development: The 1930s – 1980s Soviet Urban Planning Practice. *Universum: Technical Sciences*. 2024; 5 (122): 38–46. <https://doi.org/10.32743/UniTech.2024.122.5.17406> (In Russ.)
22. Slepakov S.S., Katrenko B.C. Conceptual approaches to the state policy of socio-economic development of the resort. *Advances in current natural sciences*. 2007; 12(2): 35–39 (In Russ.)
23. Nauchno-prakticheskoe rukovodstvo dlya vrachej Sanatorno-kurortnoe lechenie; pod obshchej redakciej A. D. Fesyuna. Moskva: OOO Renovaciya. 2022; 544 s. (In Russ.)
24. Plokhikh R.V., Guliayev T.S., Abulkhatayev L.Iu. i dr. Rekreatsionnaya osvoennost Respubliki Kazakhstan. *Almaty*. 2010; 49b (In Russ.)
25. Аликулова А.Ш. Sanatorium Complex of Kazakhstan: Features and Development Prospects. *Journal of Economic Research & Business Administration*. 2011; 6(88): 70–73(In Russ.)
26. Limonov V.I. Current State and Development Trends of the Sanatorium-Resort Complex of the Central Federal District. *Journal of Restorative Medicine and Rehabilitation*. 2020; 1(20): 81–84 (In Russ.)
27. Radyukevich N.I. Features of modern Russian concepts of seaside resort cities. *Colloquium-Journal*. 2020; 12(64): 3–6. <https://doi.org/10.24411/2520-6990-2020-11785> (In Russ.)
28. Korneyko O.V., Moskovchuk D.S., Ponomarchuk N.B., Sergeev N.A. Potential Assessment of Integrated Resorts Market as an Instrument for the Economic Development of the Region. *Azimuth of Scientific Research: Economics and Administration*. 2019; 3(28): 197–200 <https://doi.org/10.26140/anie-2019-0803-0047> (In Russ.)
29. Smykova M.R., Plokhikh R.V., Ustenova O.Zh., Namazbayeva Z.E. Consumer Preferences as Basis for Tourist Branding of Kazakhstan. *Issues of Geography and Geoecology*. 2017; (3): 19–26 (In Russ.)
30. Dernovoj A.G. Konceptual'nye osnovy upravleniya i perspektivnogo razvitiya sanatorno-kurortnoj sluzhby v Respublike Kazahstan. *Almaty: Sem' ustanovlenij*. 2006; 45 s. (In Russ.)
31. Efimenko N.V. From the Russian Balneological Society to innovative technologies of spa and health resort-based treatment. The 95th anniversary of the Pyatigorsk State Research Institute of Balneology. *Problems of Balneology, Physiotherapy and Exercise Therapy*. 2015; 92(2): 62-66. <https://doi.org/10.17116/kurort2015262-66> (In Russ.)
32. Mikoyan D.S. Socio-economic development of the infrastructure of the sanatorium-resort sector of the region. *Diss. Moscow*. 2009; 22 p. (In Russ.)
33. Glukhov A.N., Efimenko N.V., Kaisinova A.S., Chalaya E.N. Topical issues on medical, social and economic efficiency of sanatoriumand-spa treat-ment. *Resort Medicine*. 2014; 1: 2–15 (In Russ.)
34. Samoylov K.I., Rustamova R.S. Medical and health-improving complexes of Kazakhstan: prospects of development. *Science and Education Today*. 2017; 4(15): 99–101 (In Russ.)
35. Duisembekova G.R., Sabdalina A.K., Abilgazyeva Zh.E. The assessment of tourist-recreational potential of the Republic of Kazakhstan. *Bulletin of "Turan" University*. 2019; 3: 129–135.
36. Moldazhanov M.B., Purichi V.V. Role of the Sanatorium System of the Russiankazakh Altai in Population Healthcare Improvement. *Экономика. Economics Profession Business*. 2018; 2(2): 75–82 (In Russ.)
37. Kan S.M., Kalugin O.A., Iskanderov R.R. The importance of therapeutic muds of the Arasan-Kundyzdy deposit for the development of peloid therapy in Kazakhstan. *Problems of Balneology, Physiotherapy and Exercise Therapy*. 2019; 96(6): 46–49. <https://doi.org/10.17116/kurort20199606146> (In Russ.)

38. Akimzhanova Kh., Sabitova A., Mussabayeva B., et al. Chemical composition and physicochemical properties of natural therapeutic mud of Kazakhstan salt lakes: a review. *Environ Geochem Health*. 2024; 46(2): 43. <https://doi.org/10.1007/s10653-023-01813-3>
39. Battakova K., Saipov A. Healthcare and wellness tourism for people with occupational diseases in central Kazakhstan. *GeoJournal of Tourism and Geosites*. 2022; 45: 1586–1593. <https://doi.org/10.30892/gtg.454spl07-978>
40. Agybetova R., Zhakupov A., Berdenov Zh., et al. Assessment of recreational suitability of Lake Alakol in the republic of Kazakhstan on hydrological indicators. *GeoJournal of Tourism and Geosites*. 2023; 46(1): 118–123. <https://doi.org/10.30892/gtg.46113-1007>
41. Kazbekkyzy Y.A., Yessimova D.D., Bitter N.V. Medical Aspects of the Development of Health Tourism in the Republic of Kazakhstan. *Siberian Journal of Tourism and Economic*. 2021; 1(13): 37–50.

# Современный взгляд на этиологию и методы лечения бруксизма: обзор

 Терентьева Е.В.<sup>1</sup>,  Юрова О.В.<sup>2,\*</sup>,  Дубинская А.Д.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Стоматологическая клиника «Святая Варвара», Москва, Россия

<sup>2</sup> ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины им. С.И. Спасокукоцкого Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия

<sup>3</sup> Клиника нейромышечной реабилитации «Ревитоника», Москва, Россия

## РЕЗЮМЕ

**ВВЕДЕНИЕ.** В настоящее время распространенность бруксизма составляет от 9 % до 32 % от общей численности населения, из которых от 6 % до 20 % — взрослое население, при этом вопрос об этиологии бруксизма остается открытым в связи с наличием различных теорий развития данного заболевания.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** Поиск проводился за период с 2002 по 2024 гг. в базе данных Medline по ключевому слову "bruxism" и в базе данных научной электронной библиотеки Elibray по ключевому слову «бруксизм». Проанализированы статьи, в которых проведен систематический обзор и метаанализ (17 статей), и рандомизированные клинические исследования (26 статей).

**ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ОБЗОРА.** В качестве возможных причин развития бруксизма принято рассматривать наличие стрессовых факторов, окклюзионную дисгармонию, нарушение функции височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС), парафункциональную активность жевательных мышц, генетические факторы, наличие ряда сопутствующих заболеваний, прием лекарственных препаратов, курение, что требует междисциплинарного подхода как в изучении этиологии, так и при лечении такого многофакторного заболевания, как бруксизм. Используемые у пациентов с бруксизмом методы лечения могут быть разделены на следующие группы: внутриротовые (окклюзионная корректировка, окклюзионные каппы, приспособления для выдвижения нижней челюсти, и др.); внутримышечные инъекции ботулотоксина А; лекарственная терапия; физиотерапия; технологии с биологической обратной связью; поведенческие (методы релаксации, когнитивная терапия, психологические консультации); другие альтернативные или поддерживающие методы лечения. К основным эффектам проводимого лечения относят снижение мышечной активности, подтвержденной различными видами электромиографии (ЭМГ), уменьшение мышечных симптомов, таких как уровень выраженности боли, болезненности, дискомфорта, усталости, как по данным субъективных опросников, так и по данным клинического осмотра, а также уменьшение или прекращение стирания зубов или скрежетания зубами. При выборе одного из вариантов вмешательства для снижения выраженности признаков бруксизма необходимо учитывать соответствующие показания, противопоказания и побочные эффекты каждого варианта лечения, а также индивидуальные особенности пациента. Однако до настоящего времени разноречивыми и в ряде случаев недостаточно обоснованными остаются показания к назначению различных дифференцированных методов лечения бруксизма, отсутствуют высокоэффективные индивидуализированные методы терапии и профилактики бруксизма, при этом нерациональное лечение данной патологии может приводить к серьезным последствиям для здоровья.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Своевременная диагностика и лечение бруксизма являются актуальной проблемой современной медицины, что связано с мультифакторностью данного заболевания, что обуславливает применение дифференцированного подхода к лечению бруксизма с целью нормализации функций зубочелюстной системы и психоэмоционального состояния пациентов.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** бруксизм, парафункция, скрежет зубов, стертость зубов

**Для цитирования / For citation:** Терентьева Е.В., Дубинская А.Д., Юрова О.В. Современный взгляд на этиологию и методы лечения бруксизма: обзор. Вестник восстановительной медицины. 2024; 23(6):119-129. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-6-119-129> [Terentyeva E.V., Yurova O.V., Dubinskaya A.D. Modern View on the Etiology and Methods of Treatment of Bruxism: a Review. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(6):119-129. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-6-119-129> (In Russ.).]

\* **Для корреспонденции:** Юрова Ольга Валентиновна, E-mail: [irisclips@gmail.com](mailto:irisclips@gmail.com)

Статья получена: 20.08.2024

Статья принята к печати: 09.10.2024

Статья опубликована: 16.12.2024

# Modern View on the Etiology and Methods of Treatment of Bruxism: a Review

 Elena V. Terentyeva<sup>1</sup>,  Olga V. Yurova<sup>2,\*</sup>,  Anastasia D. Dubinskaya<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Dental Clinic "Saint Barbara", Moscow, Russia

<sup>2</sup> S.I. Spasokukotsky Moscow Centre for Research and Practice in Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of Moscow Healthcare Department, Moscow, Russia

<sup>3</sup> Neuromuscular rehabilitation clinic "Revitonika", Moscow, Russia

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** Currently, the prevalence of bruxism ranges from 9 % to 32 % of the total population, of which 6 % to 20 % are adults, while the question of the etiology of bruxism remains open, due to the presence of various theories of the development of this disease.

**MATERIALS AND METHODS.** The search was conducted for the period from 2002 to 2024 in the Medline database using the keyword "bruxism" and in the Elibrary database of the scientific electronic library using the keyword "bruxism". Articles that included a systematic review and meta-analysis (17 articles) and randomized clinical trials (26 articles) were analyzed.

**MAIN CONTENT OF THE REVIEW.** The possible causes of bruxism are considered to be the presence of stress factors, occlusal disharmony, dysfunction of the TMJ, parafunctional activity of the masticatory muscles, genetic factors, the presence of a number of concomitant diseases, taking medications, smoking, which requires an interdisciplinary approach both in the study of the etiology and in the treatment of such a multifarious disease as bruxism. The methods of treatment used in patients with bruxism can be divided into the following groups: intraoral: occlusal correction, occlusal caps, devices for advancing the lower jaw, etc.); intramuscular injections of botulinum toxin A; drug therapy; physiotherapy; biofeedback technologies (BFB); behavioral: relaxation techniques, cognitive therapy, psychological counseling; other: alternative or supportive treatments. The main effects of the treatment include: a decrease in muscle activity confirmed by various types of electromyography, a decrease in muscle symptoms such as the level of pain, soreness, discomfort, fatigue, both according to subjective questionnaires and according to clinical examination, as well as a decrease or cessation of tooth attrition or grinding. When choosing one of the intervention options to suppress or reduce the activity of bruxism, it is necessary to take into account the corresponding indications, contraindications and side effects of each treatment option, as well as the individual characteristics of the patient. However, to date, indications for the appointment of various differentiated methods of treating bruxism remain contradictory and, in some cases, insufficiently substantiated, there are no highly effective individualized methods of therapy and prevention of bruxism, while irrational treatment of this pathology can lead to serious health consequences.

**CONCLUSION.** Timely diagnosis and treatment of bruxism is an urgent problem of modern medicine, which is associated with the multifactorial nature of this disease, which determines the use of a differentiated approach to the treatment of bruxism, in order to normalize the functions of the dental system and the psychoemotional state of patients.

**KEYWORDS:** bruxism, parafunctions, teeth grinding, tooth attrition

**For citation:** Terentyeva E.V., Yurova O.V., Dubinskaya A.D. Modern View on the Etiology and Methods of Treatment of Bruxism: a Review. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(6):119-129. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-119-129> (In Russ.).

\* **For correspondence:** Olga V Yurova, E-mail: [irisclips@gmail.com](mailto:irisclips@gmail.com)

**Received:** 20.08.2024

**Accepted:** 09.10.2024

**Published:** 16.12.2024

## ВВЕДЕНИЕ

### Распространенность бруксизма

В настоящее время бруксизмом называют парафункциональную активность жевательных мышц, которая характеризуется бессознательной непроизвольной повторяющейся тонической активностью челюстно-лицевых мышц, что проявляется в виде скрежетания и постукивания зубами, их трением и сжатием [1–5].

По данным ряда авторов, в настоящее время распространенность бруксизма составляет от 9 % до 32 % от общей численности населения, из которых, по данным Каргиевой З.Р. (2023), от 6 % до 20 % составляет взрослое население [2, 6].

До настоящего времени бруксизм остается одной из актуальных проблем современной медицины, так как занимает второе место (15,75 %) после частичной

вторичной адентии (38,58 %) в структуре наиболее частых диагнозов при консультативном приеме в городской клинической стоматологической поликлинике, превосходя по частоте такие патологии, как нарушения височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС) (15,22 %) и заболевания пародонта (10,24 %) [3, 7, 8].

В зависимости от циркадности проявлений бруксизм делится на дневной (бруксизм бодрствования) и ночной (бруксизм сна (БС)). Бруксизм диагностируется как у детей, так и у взрослых, преимущественно у лиц молодого возраста [9].

По данным Рубникович С.П. и соавт. (2023), у взрослых пациентов в возрастных группах 35–44 лет и 65–74 лет БС встречается в 12,3 % и 6,4 %, бруксизм бодрствования — в 26,8 % и 15,3 % случаев соответственно [10].

По данным Сарафановой А.Б. и соавт. (2023), при обследовании школьников 9 и 11-го класса риск возникновения бруксизма был выявлен у 35,9 % учащихся 9-го класса и у 47,6 % учащихся 11-го класса [11].

Распространенность бруксизма среди детей, по данным разных источников, колеблется от 6 % до 60 %, что может приводить к серьезным последствиям для различных компонентов стоматогнатической системы [5, 12–14].

Бруксизм, наряду с парафункциональной активностью, такой как нефункциональный контакт зубов в дневное время, считается одним из главных этиологических факторов болевой дисфункции ВНЧС [15].

Так, наличие бруксизма бодрствования увеличивает вероятность развития дисфункции ВНЧС у взрослых пациентов в 2,51 раза, тогда как БС — в 2,06 раза, у детей с бруксизмом вероятность развития нарушений в ВНЧС в 2,97 раза выше. По данным литературных источников, наличие дисфункции ВНЧС у пациентов с бруксизмом может достигать 62,5 % [10, 16, 17, 24].

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Поиск проводился за период с 2002 по 2024 гг. в базе данных Medline по ключевому слову «bruxism», анализировали статьи, в которых был проведен систематический обзор и метаанализ (17 статей), а также рандомизированные клинические исследования (26 статей) и в базе данных научной электронной библиотеки Elibrary по ключевому слову «бруксизм».

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ОБЗОРА

### *Современные представления об этиологии и патогенезе бруксизма*

В настоящее время вопрос об этиологии бруксизма остается открытым в связи с наличием различных теорий развития данного заболевания.

По данным современной научной литературы, одними из ведущих факторов в развитии и прогрессировании бруксизма являются психоэмоциональное состояние пациента и его чувствительность к стрессу, а именно психоэмоциональная нестабильность, наличие стрессовых ситуаций, частых аффективных состояний, нервное перенапряжение, затяжной стресс, тяжелое переживание ситуаций и т. д. [8, 12, 18–20].

Винокуром А.В. и соавт. (2020) было показано, что у 68,2 % пациентов с бруксизмом был выявлен высокий и средний уровень стресса [9].

По данным различных источников, пациенты с БС имеют более высокий уровень некоторых симптомов стресса не только по данным субъективных опросников, но и по уровню таких биомаркеров стресса, как адреналин, норадреналин, кортизол, дофамин, и фермента пролидазы, кортизола в слюне [12, 21, 22].

Согласно так называемой стоматологической теории, основным этиологическим фактором развития бруксизма являются окклюзионные дисгармонии, связанные с заболеваниями ВНЧС, неправильным прикусом, качественными и количественными аномалиями развития зубов, нерациональным стоматологическим лечением и т. д. [4, 9, 18, 23, 24].

De Abreu T. et al. (2023) указывают на то, что устранение окклюзионных помех приводит к значительному

снижению частоты эпизодов в час и сокращению продолжительности эпизодов бруксизма, а также к увеличению стадии сна N3 (стадии глубокого сна с высоким порогом пробуждения), что, по мнению авторов, указывает на актуальность гипотезы о наличии окклюзионных интерференций как фактора риска в развитии БС [23].

В то же время Ribeiro-Lages M.B. et al. (2020) указывают на отсутствие взаимосвязи между неправильным прикусом и наличием бруксизма [24]. Так, в ряде случаев после исправления окклюзионных нарушений могут отсутствовать положительные изменения клинической картины бруксизма [18].

В связи с этим интересной представляется миогенная теория дисфункции ВНЧС, где основополагающая роль отводится парафункциональному состоянию жевательной мускулатуры и гипертрофии жевательных мышц в качестве одного из этиологических факторов развития бруксизма. Превышение показателей нормы биоэлектрической активности жевательных мышц также отмечается в 74 % случаев и у практически здоровых лиц [25, 26].

Различные авторы отмечают взаимосвязь между бруксизмом и другими расстройствами движения, такими как болезнь Паркинсона, оромандибулярная дистония, болезнь Хантингтона, болезнь Альцгеймера, эпилепсия и др. [4, 15, 27].

По данным систематического обзора и метаанализа, направленного на изучение распространенности бруксизма у детей и подростков с различными нарушениями развития, Kammer P.V. et al. (2022) было показано, что скрежетание и/или сжимание зубов при синдроме дефицита внимания и гиперактивности отмечалось в 57,6 %, при расстройстве аутистического спектра — в 50,4 %, при церебральном параличе — в 67,0 %, при синдроме Дауна — в 68,2 % случаев [28].

Имеются данные о бруксизме, ассоциированном с приемом лекарственных препаратов, таких как ингибиторы обратного захвата дофамина и норадреналина, селективные ингибиторы обратного захвата серотонина, нейролептики и ряда других [4, 18].

Продолжаются исследования по подтверждению роли наследственного фактора в возникновении бруксизма. В настоящее время установлена ассоциация гена MTR2A аллелей rs 6313 SNP и rs 2770304 с повышенным риском появления бруксизма [18].

Ряд исследователей считают, что развитие бруксизма является защитной реакцией нейромышечной системы организма, направленной на восстановление краниосакрального ритма и устранение блокировки черепных швов, которые могут возникать из-за осложненного протекания родов, нерационального стоматологического лечения, остеохондроза шейного отдела позвоночника [18].

Имеются научные данные о том, что одним из этиологических факторов развития бруксизма могут являться нарушения выработки нейромедиаторов (серотонина, дофамина, норадреналина и др.) симпатической активности и нарушение баланса между прямым и непрямым путем регуляции базальных ганглиев, ночное апноэ, курение, высокая амплитуда биоэлектрической активности жевательной моторики [8, 18, 29, 30].

Факторами риска развития у детей также могут являться мужской пол, высокая двигательная активность, повышенная тревожность, чувство повышенной ответственности, пассивное курение, громкий храп, дыхание через рот, слюнотечение, беспокойный сон, положение на животе во время сна, сон при включенном свете и шуме в помещении, недостаток сна (менее 8 часов), жалобы на головную боль, кусание предметов, а также наличие проблем с поведением, в том числе проблем со сверстниками, эмоциональные симптомы и проблемы с психическим здоровьем [31].

Таким образом, в настоящее время в качестве возможных причин развития бруксизма принято рассматривать наличие стрессовых факторов, окклюзионную дисгармонию, нарушение функции ВНЧС, парафункциональную активность жевательных мышц, генетические факторы, наличие ряда сопутствующих заболеваний, прием лекарственных препаратов, курение, что требует междисциплинарного подхода как в изучении этиологии, так и при лечении такого многофакторного заболевания, как бруксизм.

### **Диагностика и клинические проявления бруксизма**

Для диагностики бруксизма используют анкетирование, клинический осмотр, полисомнографическое исследование, электромиографию (ЭМГ), брукс-чекеры и другие методы исследования [10, 29].

При ЭМГ исследование жевательной активности различными авторами рекомендовано оценивать число периодов сокращения жевательных мышц, их амплитуда и продолжительность, что позволяет диагностировать все циркадные типы бруксизма, стадию заболевания, индивидуализировать план лечения, объем лечебных мероприятий, а также определить прогноз заболевания [32, 33].

Помимо проведения ЭМГ, ряд авторов предлагают проводить пальпацию жевательных мышц, инфракрасную термографию, мионометрию, аускультацию ВНЧС, выявление зубочелюстных аномалий, а также оценку жевательной эффективности, изометрические тесты мышц челюстно-лицевой области и области ВНЧС, а также конусно-лучевую томографию зубочелюстной системы и диагностическую систему BruxChecker [32–35].

Учитывая роль психоэмоциональных факторов в патогенезе бруксизма, в качестве первого звена в диагностике и выявлении пациентов с бруксизмом предлагают использовать психологическое тестирование [36].

Salgueiro M.D.C.C., Kobayashi F.Y. et al. (2021) в качестве дополнительного признака клинического диагноза БС у детей в возрасте 6–12 лет предлагают рассматривать наличие следов укусов на слизистой оболочке щеки, которые достоверно связаны с БС ( $p < 0,001$ ) [37].

Жалобы пациентов с бруксизмом достаточно разнообразны. Пациенты предъявляют жалобы на скрежетание зубами в ночное время, усталость жевательных мышц после сна, скрежетание и сжатие зубов в дневное время, жалобы со стороны ВНЧС (хруст и щелканье в суставе, боль в латеральной крыловидной мышце), боли в жевательных мышцах, утренние боли в височной области головы, боли в области зубов, десен и челюстей по утрам, жалобы на повышенную чувствительность

зубов, покусывание губ, снижение проприоцептивной чувствительности, нарушение сна, которые могут сопровождаться тревожно-депрессивными нарушениями, повышенным уровнем личностной тревожности [4, 7, 9, 16].

Регулярные проявления бруксизма (ежедневные приступы по несколько минут) могут приводить к гипертрофии жевательных и лицевых мышц, а также к повышенному стиранию зубов, затрагивая изменение всех компонентов жевательно-речевого аппарата [3, 10].

Кроме того, у пациентов с бруксизмом могут наблюдаться такие клинические симптомы, как квадратная форма лица или массивная нижняя половина лица; наличие абфракций, трещин и переломов корней зубов, а также ограничение подвижности и/или девиация нижней челюсти [4].

У детей с БС наиболее часто отмечали первичную стираемость клыков в 84,13 %, стираемость зубов — в 73,76 %, а также жалобы на головную боль в 52,85 % случаев [5].

Таким образом, вышеперечисленные жалобы пациентов с бруксизмом, а также клинико-функциональные нарушения при прогрессировании заболевания могут приводить к серьезным последствиям для здоровья, включая разрушение структуры зубов, необратимое повреждение ВНЧС, а также сильную миофасциальную и головную боль, связанную с мышечными сокращениями, повышение уровня стресса и ухудшение психоэмоционального состояния. Представленные результаты подтверждают актуальность ранней диагностики и необходимость соответствующего лечения бруксизма, так как прогрессирование данного заболевания может привести к развитию болевого синдрома и перегрузке стоматогнатической системы.

### **Современные методы лечения бруксизма**

Согласно современной научной литературе, используемые у пациентов с бруксизмом методы лечения могут быть разделены на следующие группы: внутриротовые (окклюзионная корректировка, окклюзионные каппы, приспособления для выдвижения нижней челюсти, и др.); внутримышечные инъекции ботулотоксина А; лекарственная терапия; физиотерапия; технологии с биологической обратной связью; поведенческие (методы релаксации, когнитивная терапия, психологические консультации); другие альтернативные или поддерживающие методы лечения.

К основным эффектам проводимого лечения следует отнести снижение мышечной активности, подтвержденной различными видами ЭМГ, уменьшение мышечных симптомов, таких как уровень выраженности боли, болезненности, дискомфорта, усталости, как по данным субъективных опросников, так и по данным клинического осмотра, а также уменьшение или прекращение стирания зубов или скрежетания зубами.

По данным Chisini L.A. et al. (2019), эффективность лечения бруксизма у детей и подростков, по данным рандомизированных клинических исследований, отмечалась при применении лекарственных препаратов (гидроксизин/тразодон/флуразепам); окклюзионных капп, ортодонтических вмешательств; психологических и физиотерапевтических методов лечения [12, 20].

**Сплит-терапия (окклюзионная коррективка)**

На сегодня основным методом лечения бруксизма является сплит-терапия — изготовление различных видов окклюзионных шин и капп, способствующих ослаблению жевательной мускулатуры и изменению положения нижней челюсти с целью коррекции функциональных нарушений.

Наиболее распространенным методом сплит-терапии при лечении БС являются окклюзионные стабилизирующие шины, применение которых позволяет снизить ЭМГ-активность жевательных мышц, способствует статистически значимому снижению количества эпизодов БС в час, снижению эпизодов скрежетания зубами и снижению мышечной активности, связанной с БС [3, 38, 39].

Также, ряд авторов указывает на эффективность окклюзионных капп у пациентов с бруксизмом и миофасциальными болями, применение которых позволяет снизить мышечный тонус, способствует снижению силы укуса, уменьшению эпизодов БС и улучшению качества сна [40, 41].

Апресян С.В. и соавт. (2022) указывают на перспективность проведения исследований по изучению применения окклюзионных шин, изготовленных методом компьютерного моделирования и объемной печати из отечественного материала, у пациентов с бруксизмом [42].

Oppitz L.R. et al. (2024) указывают на сопоставимую эффективность использования смешанных окклюзионных шин и жестких капп у пациентов с БС в уменьшении боли в жевательных мышцах и интенсивности боли в ВНЧС, а также улучшение показателей качества жизни [38].

Gerstner G. et al. (2020) указывают на потенциальную возможность использования безрецептурных капп для смягчения последствий БС при активном участии стоматолога в контроле за использованием пациентами аппаратов, изготовленных самостоятельно [43].

По данным Chisini L.A. et al. (2019), использование окклюзионных шин и ортодонтических вмешательств у детей и подростков способствует снижению ритмической активности жевательных мышц [11].

В то же время имеются данные, что эффективность окклюзионной терапии в качестве лечения бруксизма не является убедительной. Так, по данным систематического обзора и метаанализа, проведенного Ferreira G.F. et al. (2024), было показано, что окклюзионные приспособления не влияют на функцию жевательных мышц (на жевательную способность и объем мышц) у больных БС. Независимо от материала аппарата (мягкие или твердые) жевательная и височная активность, а также сила прикуса у пациентов с БС изменилась не существенно [44].

**Внутримышечные инъекции ботулотоксина А**

В последнее время одним из ведущих обоснованных методов лечения бруксизма как двигательного расстройства и сопровождающей его дисфункции ВНЧС является локальное введение ботулинического нейротропина (ботулотоксина типа А, БТХ-А) в спазмированные мышцы (височные, жевательные и латеральные крыловидные мышцы) [1, 4, 45].

Анализ рандомизированных контролируемых исследований, показал, что инъекции БТХ-А обладают значительной терапевтической эффективностью, способствуя снижению двигательной активности жевательной мускулатуры, болевой симптоматики и проявлений случаев бруксизма на фоне отсутствия каких-либо серьезных побочных эффектов, позволяя существенно снизить пиковую амплитуду всплесков ЭМГ, достоверно значительно улучшить качество сна и уменьшить проявления бруксизма, снизить выраженность миофасциальной боли в покое и при жевании, а также максимальную окклюзионную силу, улучшить показатель клиническое общее впечатление (CGI) по сравнению с плацебо (инъекцией солевого раствора) и с пациентами, которым инъекции не проводились по таким показателям [31, 45, 46].

Несмотря на достаточно высокую эффективность применения ботулотоксина А по таким показателям, как сила укуса и выраженность болевого синдрома, применение окклюзионных шин оказывает более стойкий эффект, в связи с чем, по мнению Chen Y. et al. (2022), низкие дозы ботулотоксина можно рассматривать как альтернативное лечение у пациентов, которые по каким-либо причинам не могут использовать окклюзионные шины [47].

Также по данным проведенного Saini R.S. et al. (2024) систематического обзора и метаанализа, применение инъекций ботулотоксина у пациентов с височно-нижнечелюстными расстройствами не превосходит результаты в группе плацебо и другие методы лечения по уровню болевого синдрома, максимального открывания рта, максимальной окклюзионной силы, а также субъективных проявлений бруксизма [48].

Кроме того, по данным Kobayashi F.Y. et al. (2019), применение ботулотоксина неприменимо для детей, находящихся на стадии роста и развития [49].

В то же время некоторые противоречивые данные литературы об эффективности ботулинотерапии, по данным Орловой О.Р. и соавт. (2019), связаны с тем, что в ряде исследований применялись недостаточно полноценные схемы ботулинотерапии (недостаточные дозы препарата, инъекции не во все таргетные мышцы), а также отсутствовали методы контроля инъекции и объективная оценка результатов терапии [4].

**Фармакотерапия**

При лечении бруксизма как полиэтиологического заболевания в ряде случаев возникает необходимость применения лекарственных препаратов с различным спектром действия.

Ряд исследований указывает на эффективность применения таких лекарственных препаратов, как гидроксизин, тразодон и флуразапам, а также курсового применения гомеопатического препарата *Melissa officinalis* в лечении бруксизма у детей и подростков на фоне отсутствия побочных эффектов [12, 50, 51].

Однако лечение бруксизма фармакологическими препаратами может привести как к положительному, так и к отрицательному воздействию на здоровье пациента, включая разрушение структуры зубов, необратимое повреждение ВНЧС, сильную миофасциальную боль и головную боль, связанную с мышечными сокра-

жениями, что особенно актуально при приеме антидепрессантов, седативных, анксиолитических и ряда других препаратов [52].

Также при назначении лекарственных препаратов для лечения БС необходимо учитывать показания, противопоказания и побочные эффекты каждого из применяемых лекарственных препаратов, которые должны оцениваться индивидуально и тщательно; необходимо принимать во внимание тот факт, что бруксизм не считается расстройством у здоровых людей [12].

### **Физиотерапия**

Киба К.А. и соавт. (2023) указывают на эффективность чрескожной электронейростимуляции у пациентов с бруксизмом [53].

Rajpurohit B. et al. (2010) доказана возможность использования микротоковой электрической стимуляции нервов в качестве эффективного обезболивающего дополнения к чрескожной электрической стимуляции нервов при лечении болей в жевательных мышцах, вызванных бруксизмом [54].

Shimada A. et al. (2019) установлена эффективность высокоинтенсивной электростимуляции в лечении БС, что выражалось в существенном снижении активности ЭМГ жевательных мышц во время сна ( $p = 0,024$ ), уменьшении неприятных ощущений ( $p = 0,037$ ), напряжения ( $p < 0,001$ ) и болезненности ( $p = 0,004$ ) в челюстных мышцах, однако не снижало уровень выраженности болевого синдрома [55].

### **Рефлексотерапия**

Манкевич С.М. и соавт. (2020) указывают на то, что классическое корпоральное иглоукалывание является базовым методом рефлексотерапии бруксизма. Так, авторы указывают на эффективность использования симметричных акупунктурных точек общего действия по тормозному (седативному) варианту для нормализации реактивности нервной системы, симптоматических точек — для восстановления общего психического равновесия, а также применение комбинации локальных и миорелаксирующих дистальных акупунктурных точек для координации функции жевательных мышц, нормализации их тонуса, улучшения микроциркуляции, купирования болевого синдрома, что позволяет снизить уровень психоэмоциональных нарушений в 82 %, снизить тонус и интенсивность болевого синдрома в жевательных мышцах, ВНЧС — в 60 % случаев [56].

Romoli M. et al. (2003) указывают на эффективность иглоукалывания аурикулярной области, что выражалось в снижении гипертонуса ряда жевательных мышц: передней височной, жевательной и двубрюшной мышц у пациентов с бруксизмом [57].

### **Кинезитерапия**

По мнению ряда авторов, одним из эффективных методов лечения бруксизма может являться применение методик, направленных на снижение гипертонуса мышц посредством применения методов лечебной физкультуры, направленных на растяжение или расслабление жевательных мышц [19, 58, 59].

Иорданишвили А.К. и соавт. (2017) указывают на высокую эффективность (95,8 %) проведения комплексно-

го лечения парафункции жевательных мышц (бруксизма) с использованием стоматологических лечебно-профилактических мероприятий, занятий лечебной физкультурой, а также спазмолитиков костно-мышечной системы [58].

В то же время Gouw S. et al. (2018) указывают на неэффективность проведения упражнений на растяжку мышц (в течение 10 дней) для лечения БС у пациентов с отсутствием боли и/или дисфункции [59].

### **Биологическая обратная связь**

Ряд исследователей указывают на эффективность лечения БС с применением технологий с биологической обратной связью [60, 61].

Conti P.C. et al. (2014) при проведении пилотного исследования показали, что у пациентов с жевательной миофасциальной болью применение условной электрической стимуляции с биологической обратной связью подавляет биологическую активность мышц челюсти во время сна, однако не снижает интенсивность боли [58]. Bergmann A. et al. (2020) было показано, что применение полнооклюзионной шины с биологической обратной связью у пациентов с БС и болью в области ВНЧС позволяет статистически значимо снизить частоту и продолжительность приступов бруксизма, существенно улучшить общее самочувствие пациентов, а также снизить уровень болевого синдрома в мышцах лица [61].

### **Поведенческие методы**

В настоящее время, по мнению большинства ученых, ведущим фактором в возникновении бруксизма принято считать эмоциональный стресс, психосоциальные и психопатологические факторы, и в меньшей степени окклюзионные нарушения (периферические факторы), в связи с чем существует необходимость проведения мероприятий по психологической коррекции лиц с парафункциями жевательных мышц (бруксизмом) как соматоформного расстройства [8, 19, 20, 62].

Иорданишвили А.К. и соавт. (2017) указывают на то, что отношение к заболеванию у лиц с парафункцией жевательных мышц независимо от возраста в большинстве случаев характеризуется как дезадаптивное поведение с исключительной интрапсихической направленностью реакций на болезнь, что проявляется характерными реакциями по типу раздражительной слабости, тревожным, подавленным, угнетенным состоянием, что, по мнению авторов, также обуславливает необходимость применения психофармакологических и психотерапевтических методов лечения [58].

Ommerborn M.A. et al. (2007) указывают на эффективность когнитивно-поведенческой терапии в течение 12 недель, проведение которой через 6 месяцев способствовало, по данным самооценки, значительному снижению активности БС и психологических нарушений, а также увеличению позитивных стратегий преодоления стресса, которые по эффективности были сопоставимы с применением окклюзионных капп по всем исследуемым показателям [63].

Takeuchi-Sato T. et al. (2019) показали эффективность применения когнитивно-поведенческой терапии и сис-

темы записи и напоминания по электронной почте в течение 20 дней у пациентов с височно-нижнечелюстными расстройствами, использование которых позволило значительно снизить частоту нефункционального контакта с зубами и увеличить диапазон безболезненного открывания рта без посторонней помощи [15].

Агеевой Ю.В. и соавт. (2022), опираясь на данные ЭЭГ-исследования, было показано, что курсовое использование управляемой релаксации на фоне гетеросуггестии у пациентов с БС приводит к снижению повышенной активности лимбической и гипоталамической областей, сопровождающейся уменьшением уровня тревожности, а также негативных психологических и физиологических реакций на стрессовое воздействие [19].

Таким образом, для достижения хороших результатов лечения у пациентов с мышечно-суставными расстройствами важно в полной мере учитывать особенности личности пациента, психологический компонент, а также анализировать полученные данные в рамках внутренней картины болезни [10].

### Кинезиотейпирование

Епифановым А.В. и соавт. (2019) для нормализации тонуса жевательных мышц у пациентов с бруксизмом использовали кинезиотейпы с гелиевой пропиткой, при применении которых в течение суток наблюдалось уменьшение скрежетания зубами у 66 % пациентов, нормализация мышечного тонуса — у 83 % пациентов, что способствовало облегчению функционального состояния при разговоре и жевании и создавало условия для изменения двигательного стереотипа жевательных мышц [64].

Иванина О.О. и соавт. (2023) указывают на эффективность комплексного применения кинезиотейпирования и окклюзионных твердых шин у пациентов с генерализованной патологической стираемостью зубов на фоне бруксизма [20].

Вологина М.В. и соавт. (2023) указывают на существенное снижение биопотенциалов в височной (*m. temporalis*) и жевательной (*m. masseter*) мышцах у пациентов с бруксизмом при применении кинезиотейпирования [65].

Keskinruzgar A. et al. (2019) была показана сопоставимая эффективность применения кинезиотейпирования и окклюзионной каппы у пациентов с БС по показателям снижения мышечной боли в жевательной и височной мышцах, а также по уровню выраженности болевого синдрома по данным визуально-аналоговой шкалы и объему открывания рта на 5-ой неделе лечения [66].

Таким образом, кинезиотейпирование является простым в использовании методом лечения бруксизма и может рассматриваться как альтернатива применению окклюзионных капп для лечения БС.

### Мануальная терапия

Volkan-Yazici M. et al. (2021) сообщают о том, что применение мануальной терапии позволяет значительно снизить мышечную ригидность и уровень болевого синдрома, а также повысить качество сна и качество жизни пациентов [67].

Исследования, проведенные Yazici G. et al. (2023), показали, что однократное проведение процедуры мануальной терапии у пациентов с бруксизмом позволяет значительно уменьшить толщину и жесткость жевательных мышц [68].

В то же время комплексное проведение мануальной терапии и кинезиотейпирования способствовало более существенному снижению выраженности болевого синдрома в височной и трапециевидной мышце, в связи с чем проведение кинезиотейпирования в дополнение к мануальной терапии рекомендуется при необходимости снятия боли у пациентов с БС [67].

Таким образом, в настоящее время доступно достаточное количество вариантов вмешательства для подавления или уменьшения активности бруксизма. Соответствующие показания, противопоказания и побочные эффекты каждого варианта лечения должны оцениваться индивидуально и тщательно; необходимо принимать во внимание, что бруксизм не считается расстройством у здоровых людей [12].

Однако до настоящего времени разноречивыми и в ряде случаев недостаточно обоснованными остаются показания к назначению различных дифференцированных методов лечения бруксизма, отсутствуют высокоэффективные индивидуализированные методы терапии и профилактики бруксизма.

Протетическое лечение пациентов с парафункцией жевательных мышц предполагает не только устранение эстетических состояний, возникших вследствие повышенной стираемости зубов, но и комплексную стоматологическую реабилитацию таких пациентов, конечной целью которой является восстановление функциональной окклюзии [69].

При этом нерациональное лечение данной патологии может приводить к серьезным последствиям для здоровья, включая разрушение структуры зубов, необратимое повреждение ВНЧС, сильную миофасциальную боль и головную боль, связанную с мышечными сокращениями [52].

Таким образом, своевременная диагностика и лечение пациентов с бруксизмом является актуальной проблемой современной медицины, что связано с мультифакторностью данного заболевания с вовлечением всех компонентов жевательно-речевого аппарата, что обуславливает применение дифференцированного подхода к лечению бруксизма с целью нормализации функций зубочелюстной системы и психоэмоционального состояния пациентов.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Терентьева Елена Витальевна**, стоматолог, генеральный директор, стоматологическая клиника «Святая Варвара». ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-1953-1661>

**Юрова Ольга Валентиновна**, доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник отдела организационной и учебной работы, ГАУЗ «Московский на-

учно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины им. С.И. Спасокукоцкого Департамента здравоохранения города Москвы».

E-mail: irisclips@gmail.com;

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

**Дубинская Анастасия Дмитриевна**, кандидат психологических наук, научный директор, клиника нейромышечной реабилитации «Ревитоника».

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8587-2910>

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подго-

товку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределен следующими образом: Терентьева Е.В. — написание черновика рукописи; Юрова О.В. — проверка и редактирование рукописи; Дубинская А.Д. — проверка и редактирование рукописи.

**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

**Elena V. Terentyeva**, Dentist, General Director, Dental Clinic "Saint Barbara".

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-1953-1661>

**Olga V. Yurova**, D.Sc. (Med.), Professor, Chief Researcher, S.I. Spasokukotsky Moscow Centre for Research and Practice in Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of Moscow Healthcare Department.

E-mail: irisclips@gmail.com;

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

**Anastasia D. Dubinskaya**, Ph.D. (Psych.), Scientific Director, Clinic of Neuromuscular Rehabilitation "Revitonika".

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8587-2910>

**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: Terentyeva E.V. — writing a draft of the manuscript; Yurova O.V. — checking and editing the manuscript; Dubinskaya A.D. — checking and editing the manuscript.

**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 request from the corresponding author.

## Список литературы / References

1. Истомина Е.В., Цаликова Н.А., Гришкина М.Г. и др. Особенности имплантационного протезирования пациентов с бруксизмом. Актуальные вопросы стоматологии. 2023: 349–353. [Istomina Ye.V., Tsalikova N.A., Grishkina M.G. i dr. Osobennosti implantatsionnogo protezirovaniya patsiyentov s bruksizmom. Aktual'nyye voprosy stomatologii. 2023: 349–353 (In Russ.).]
2. Каргиева З.Р. Бруксизм, как патологический фактор окклюзии в современной стоматологии. Вестник науки. 2023; 5(1(58)): 289–291. [Kargiyeva Z.R. Bruxism as a Pathological Factor of Occlusion in Modern Dentistry Vestnik nauki. 2023; 5(1(58)): 289–291 (In Russ.).]
3. Очиргоряев С.В., Горшунов М.М. Бруксизм: этиология, клиника, лечение (литературный обзор). Актуальные вопросы стоматологии. 2018: 281–285. [Ochirgoryayev S.V., Gorshunov M.M. Bruksizm: etiologiya, klinika, lecheniye (literaturnyy obzor). Aktual'nyye voprosy stomatologii. 2018: 281–285 (In Russ.).]
4. Орлова О.Р., Сойхер М.И., Сойхер М.Г. и др. Бруксизм: методика применения и результаты лечения ботулиническим нейропротеином (Релатокс). Нервно-мышечные болезни. 2019; 9(2): 12–20. <https://doi.org/10.17650/2222-8721-2019-9-2-12-20> [Orlova O.R., Soykher M.I., Soykher M.G., et al. Bruxism: methods of application and results of treatment with botulinum neuroprotein (Relatox). Neuromuscular Diseases. 2019; 9(2): 12–20. <https://doi.org/10.17650/2222-8721-2019-9-2-12-20> (In Russ.).]
5. Soares J.P., Moro J., Massignan C. et al. Prevalence of clinical signs and symptoms of the masticatory system and their associations in children with sleep bruxism: A systematic review and meta-analysis. Sleep Med Rev. 2021; 57: 101468. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2021.101468>
6. Archer A.B., Da-Cas C.D., Valesan L.F. et al. Prevalence of awake bruxism in the adult population: a systematic review and meta-analysis. Clin Oral Investig. 2023; 27(12): 7007–7018. <https://doi.org/10.1007/s00784-023-05302-w>
7. Шотт И.Е., Долин В.И. Распространенность бруксизма по данным консультативного приема на базе 12-й городской клинической стоматологической поликлиники г. Минска. Сборник научных трудов. Под редакцией А.В. Сикорского, О.К. Кулаги. 2014: 322–324. [Shott I.Ye., Dolin V.I. Rasprostranennost' bruksizma po dannym konsul'tativnogo priyema na baze 12-y gorodskoy klinicheskoy stomatologicheskoy polikliniki g. Minska. Sbornik nauchnykh trudov. Pod redaktsiyey A.V. Sikorskogo, O.K. Kulagi. 2014: 322–324 (In Russ.).]
8. Шарифов А.А., Шарифова А.А., Сирота Н.А. и др. Особенности восприятия болезни и эмоциональное состояние пациентов с мышечно-суставной дисфункцией зубочелюстной системы. Вестник Всероссийского общества специалистов по медико-социальной экспертизе, реабилитации и реабилитационной индустрии. 2023; 1: 60–67. [Sharifov A.A., Sharifova A.A., Sirota N.A. i dr. Features of the Perception of the Disease and the Emotional State of Patients with Muscular-Articular Dysfunction of the Dentition. Bulletin of the All-Russian Society of Specialists in Medical and Social Expertise, Rehabilitation and Rehabilitation Industry. 2023; 1: 60–67 (In Russ.).]
9. Винокур А.В. Роль стресса в этиологии бруксизма. Региональный вестник. 2020; 11: 23–24. [Vinokur A.V. Rol' stressa v etiologii bruksizma. Regional'nyy vestnik. 2020; 11: 23–24 (In Russ.).]

10. Рубникович С.П., Кузьменко Е.В., Грищенко А.С. Распространенность бруксизма в сочетании с парафункциями жевательных мышц у пациентов различных возрастных групп, обращающихся за стоматологической помощью. Актуальные вопросы стоматологии. 2023; 625–628. [Rubnikovich S.P., Kuz'menko Ye.V., Grishchenkov A.S. Rasprostranennost' bruksizma v Velikobritanii s parafunktsiyami odinakovykh myshts u patsiyentov raznykh voznrastnykh grupp, obrashchayushchikhsya za stomatologicheskoy pomoshch'yu. Aktual'nyye voprosy stomatologii. 2023; 625–628 (In Russ.).]
11. Сарафанова А.Б., Сариева К.Д., Бирюкова М.Е. Диагностика бруксизма и особенности лечения окклюзионных нарушений при данной патологии у учащихся 9 и 11 классов. Актуальные проблемы стоматологии детского возраста и ортодонтии. 2023; 155–158. [Sarafanova A.B., Sariyeva K.D., Biryukova M.Ye. Diagnostika bruksizma i osobennosti lecheniya okklyuzionnykh sostoyaniy pri dannykh zabolevaniyakh u uchashchikhsya 9 i 11 klassov. Aktual'nyye problemy stomatologii detskogo vozrasta i ortodontii. 2023; 155–158 (In Russ.).]
12. Chisini L.A., San Martin A.S., Cademartori M.G., et al. Interventions to reduce bruxism in children and adolescents: a systematic scoping review and critical reflection. *Eur J Pediatr*. 2020; 179(2): 177–189. <https://doi.org/10.1007/s00431-019-03549-8>
13. Souto-Souza D., Mourão P.S., Barroso H.H., et al. Is there an association between attention deficit hyperactivity disorder in children and adolescents and the occurrence of bruxism? A systematic review and meta-analysis. *Sleep Med Rev*. 2020; 53: 101330. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2020.101330>
14. Ferrari-Piloni C., Barros L.A.N., Evangelista K., et al. Prevalence of Bruxism in Brazilian Children: A Systematic Review and Meta-Analysis *Pediatr Dent*. 2022; 44(1): 8–20.
15. Takeuchi-Sato T., Ono Y., Funato M., et al. Efficacy of an email-based recording and reminding system for limiting daytime non-functional tooth contact in patients with temporomandibular disorders: A randomized controlled trial. *J Oral Rehabil*. 2020; 47(2): 158–163. <https://doi.org/10.1111/joor.12875>
16. Alvarez-Arenal A., Junquera L.M., Fernandez J.P., et al. Effect of occlusal splint and transcutaneous electric nerve stimulation on the signs and symptoms of temporomandibular disorders in patients with bruxism. *J Oral Rehabil*. 2002; 29(9): 858–863. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2842.2002.00923.x>
17. de Oliveira Reis L., Ribeiro R.A., Martins C.C., et al. Association between bruxism and temporomandibular disorders in children: A systematic review and meta-analysis. *Int J Paediatr Dent*. 2019; 29(5): 585–595. <https://doi.org/10.1111/ipd.12496>
18. Чернуха Т.Н., Лихачев С.А., Навоша С.А. Орофациальные двигательные расстройства: подходы к диагностике и лечению. Медицинские новости. 2016; 1: 9–12. [Chernukha T.N., Likhachev S.A., Navosha S.A. Orofacial movement disorders: approaches to diagnosis and treatment. *Meditsinskie novosti*. 2016; 1: 9–12 (In Russ.).]
19. Агеева Ю.В., Клаучек А.Е., Пархоменко А.Н. и др. Стресспротективное бинауральное воздействие в этиопатогенетической коррекции бруксизма в стоматологической практике. Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. 2022; 3: 150–156. [Ageyeva YU.V., Klauchek A.Ye., Parkhomenko A.N., et al. Application Experience of the Stressprotective Binaural Influence Method in Etiopatogenetic Correction of Bruxism in Dental Practice. *Journal of Volgograd State Medical University*. 2022; 3: 150–156 (In Russ.).]
20. Иванина О.О., Островский А.А. Применение кинезиотейпирования в лечении больных с генерализованной повышенной стираемостью зубов на фоне бруксизма. Теоретические и практические аспекты современной медицины. 2023; 198–199. [Ivanina O.O., Ostrovskiy A.A. Primeneniye kinezioteypirovaniya pri lechenii bol'nykh s generalizovannoy povyshennoy stiremichnost'yu zubov na fone bruksizma. Teoreticheskiye i prakticheskiye aspekty sovremennoy meditsiny. 2023; 198–199 (In Russ.).]
21. Polmann H., Réus J.C., Massignan C., et al. Association between sleep bruxism and stress symptoms in adults: A systematic review and meta-analysis. *J Oral Rehabil*. 2021; 48(5): 621–631. <https://doi.org/10.1111/joor.13142>
22. Fritzen V.M., Colonetti T., Cruz M.V.B., et al. Levels of salivary cortisol in adults and children with bruxism diagnosis: a systematic review and meta-analysis. *J Evid Based Dent Pract*. 2022; 22(1): 101634. <https://doi.org/10.1016/j.jebdp.2021.101634>
23. de Abreu T., Bahia C., Foscaldo T., et al. Effect of occlusal equilibration on masticatory muscle activity in females with sleep bruxism: a double-blind randomised controlled trial. *J Sleep Res*. 2023; 32(4): e13879. <https://doi.org/10.1111/jsr.13879>
24. Ribeiro-Lages M.B., Martins M.L., Magno M.B., et al. Is there association between dental malocclusion and bruxism? A systematic review and meta-analysis. *J Oral Rehabil*. 2020; 47(10): 1304–1318. <https://doi.org/10.1111/joor.12971>
25. Мингазова Л.Р., Орлова О.Р. Мышечный фактор и эстетическая коррекция нижней половины лица. Вестник эстетической медицины. 2009; 8(4): 74–78. [Mingazova L.R., Orlova O.R. Muscular Factor and Face Lower Half Aesthetic Correction. *Vestnik esteticheskoy meditsiny*. 2009; 8(4): 74–78 (In Russ.).]
26. Dubinskaya A., Yurova O. Correction of Psycho-Emotional Status Using Neuromuscular Relaxation of the Face. *The Journal of Nervous and Mental Disease*. 2022; 210(3): 179–185. <https://doi.org/10.1097/NMD.0000000000001413>
27. Uliana J.C., Del' Agnese C.C., Antoniazzi R.P., et al. Autistic individuals have worse oral status than neurotypical controls: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Clin Oral Investig*. 2024; 28(2): 137. <https://doi.org/10.1007/s00784-024-05500-0>
28. Kammer P.V., Moro J.S., Soares J.P., et al. Prevalence of tooth grinding in children and adolescents with neurodevelopmental disorders: A systematic review and meta-analysis. *J Oral Rehabil*. 2022; 49(6): 671–685. <https://doi.org/10.1111/joor.13315>
29. Орлова О.Р., Алексеева А.Ю., Коновалова З.Н. Ботулинотерапия в лечении бруксизма. *Метаморфозы* 2018; 22: 92–94.
30. Сабирова Д.К., Салеева Л.Р. Влияние никотина на проявления ночного бруксизма. Актуальные вопросы стоматологии. 2020; 332–338. [Sabirova D.K., Saleyeva L.R. Issledovaniye nikotina na proyavleniya nochnogo bruksizma. Aktual'nyye voprosy stomatologii. 2020; 332–338 (In Russ.).]
31. Guo H., Wang T., Niu X., et al. The risk factors related to bruxism in children: A systematic review and meta-analysis. *Arch Oral Biol*. 2018; 86: 18–34. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2017.11.004>
32. Долин В.И., Шотт И.Е., Минзер М.Ф. Анализ результатов поверхностной электромиографии у стоматологических пациентов с бруксизмом. Стоматологический журнал. 2018; 19(3): 183–189. [Dolin V.I., Shott I.Ye., Minzer M.F. Analiz rezul'tatov poverkhnostnoy elektromiografii u stomatologicheskikh patsiyentov s bruksizmom. *Stomatologicheskij zhurnal*. 2018; 19(3): 183–189 (In Russ.).]
33. Чадова М., Галло Л.М. Алгоритм для анализа электромиографических сигналов: электромиографическое исследование жевательной активности при естественных условиях. Российский журнал биомеханики. 2014; 18(4): 430–440. [Chadova M., Gallo L.M. Electromyographic Signal Analysis Tool: Masseter Electromyography Activity in a Natural Environment. *Russian Journal of Biomechanics*. 2014; 18(4): 430–440 (In Russ.).]
34. Рубникович С.П., Грищенко А.С., Денисова Ю.Л. Современные методы ортопедического лечения в комплексной реабилитации пациентов с мышечно-суставными дисфункциями в сочетании с признаками бруксизма. Стоматолог. 2020; 2(37): 55–63. [Rubnikovich S.P., Grishchenkov A.S., Denisova Yu.L. Modern Methods of Orthopedic Treatment in the Comprehensive Rehabilitation of Patients with Muscular-Articular Dysfunctions in Combination with Signs of Bruxism. *Dentist*. 2020; 2(37): 55–63 (In Russ.).]
35. Гайдарова Т.А., Лифляндер-Пачерских А.А. Миотонометрия в диагностике бруксизма. Национальная школа челюстно-лицевой хирургии и имплантологии в Иркутске. 2021; 115–120. [Gaydarova T.A., Lifylander-Pacherskih A.A. Miotonometriya v diagnostike bruksizma. *Natsional'naya shkola chelyustno-litsevoy khirurgii i implantologii v Irkutske*. 2021; 115–120 (In Russ.).]

36. Салеева Г.Т., Шамсутдинов М.И., Хайруллова Д.К. Использование психологического тестирования при диагностике бруксизма. Актуальные вопросы применения 3D-технологий в современной стоматологической практике. 2015: 266–268. [Saleyeva G.T., Shamsutdinov M.I., Khayrullova D.K. Ispol'zovaniye psikhologicheskogo testirovaniya pri diagnostike bruksizma. Aktual'nyye voprosy primeneniya 3D-tekhnologiy v sovremennoy stomatologicheskoy praktike. 2015: 266–268 (In Russ.).]
37. Salgueiro M.D.C.C., Kobayashi F.Y., Motta L.J., et al. Effect of Photobiomodulation on Salivary Cortisol, Masticatory Muscle Strength, and Clinical Signs in Children with Sleep Bruxism: A Randomized Controlled Trial. Photobiomodul Photomed Laser Surg. 2021; 39(1): 23–29. <https://doi.org/10.1089/photob.2019.4778>
38. Oppitz L.R., Arantes A.C.M., Garanhani R.R., et al. Efficiency of mixed and rigid occlusal stabilization splints: Randomized clinical trial. Braz Oral Res. 2024; 38: e017. <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2024.vol38.0017>
39. Рубникович С.П., Грищенко А.С., Руденя К.А. Обоснование дифференцированного подхода в терапевтическом лечении пациентов с повышенным стиранием зубов. Стоматология. Эстетика. Инновации. 2022; 6(4): 367–374. [Rubnikovich S.P., Grishchenkov A.S., Rudenya K.A. Substantiation of a Differentiated Approach in the Therapeutic Treatment of Patients with Increased Tooth Wear. Dentistry. Aesthetics. Innovations. 2022; 6(4): 367–374 (In Russ.).]
40. Benli M., Özcan M. Short-term effect of material type and thickness of occlusal splints on maximum bite force and sleep quality in patients with sleep bruxism: a randomized controlled clinical trial. Clin Oral Investig. 2023; 27(8): 4313–4322. <https://doi.org/10.1007/s00784-023-05049-4>
41. İspirgil E., Erdoğan S.B., Akin A., et al. The hemodynamic effects of occlusal splint therapy on the masseter muscle of patients with myofascial pain accompanied by bruxism. Cranio. 2020; 38(2): 99–108. <https://doi.org/10.1080/08869634.2018.1491929>
42. Апресян С.В., Степанов А.Г., Гаджиев М.А.О. и др. Клиническая эффективность окклюзионных шин, изготовленных методом компьютерного моделирования и объемной печати, у пациентов с бруксизмом: результаты исследования и клинический случай. Российский стоматологический журнал. 2022; 26(3): 199–211. [Apresyan S.V., Stepanov A.G., Gadzhiyev M.A.O., et al. Clinical Efficacy of Occlusive Splints Manufactured by Computer Modeling and Volumetric Printing in Patients with Bruxism: Research Results and a Clinical Case. Russian Journal of Dentistry. 2022; 26(3): 199–211 (In Russ.).]
43. Gerstner G., Yao W., Siripurapu K., et al. Over-the-counter bite splints: A randomized controlled trial of compliance and efficacy. Clin Exp Dent Res. 2020; 6(6): 626–641. <https://doi.org/10.1002/cre2.315>
44. Ferreira G.F., Carletti T.M., Gama L.T., et al. Influence of occlusal appliances on the masticatory muscle function in individuals with sleep bruxism: A systematic review and meta-analysis. Eur J Oral Sci. 2024; 132(2): e12979. <https://doi.org/10.1111/eos.12979>
45. Shim Y.J., Lee H.J., Park K.J., et al. Botulinum Toxin Therapy for Managing Sleep Bruxism: A Randomized and Placebo-Controlled Trial. Toxins (Basel). 2020; 12(3): 168. <https://doi.org/10.3390/toxins12030168>
46. Cheng Y., Yuan L., Ma L., et al. Efficacy of botulinum-A for nocturnal bruxism pain and the occurrence of bruxism events: a meta-analysis and systematic review. Br J Oral Maxillofac Surg. 2022; 60(2): 174–182. <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2021.03.005>
47. Chen Y., Tsai C.H., Bae T.H. et al. Effectiveness of Botulinum Toxin Injection on Bruxism: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. Aesthetic Plast Surg. 2023; 47(2): 775–790. <https://doi.org/10.1007/s00266-023-03256-8>
48. Saini R.S., Ali Abdullah Almoayad M., Binduhayyim R.I.H., et al. The effectiveness of botulinum toxin for temporomandibular disorders: A systematic review and meta-analysis. PLoS One. 2024; 19(3): e0300157. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0300157>
49. Kobayashi F.Y., Castelo P.M., Gonçalves M.L.L., et al. Evaluation of the effectiveness of infrared light-emitting diode photobiomodulation in children with sleep bruxism: Study protocol for randomized clinical trial. Medicine (Baltimore). 2019; 98(38): e17193. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000017193>
50. Tavares-Silva C., Holandino C., Homsani F., et al. Homeopathic medicine of Melissa officinalis combined or not with Phytolacca decandra in the treatment of possible sleep bruxism in children: A crossover randomized triple-blinded controlled clinical trial. Phytomedicine. 2019; 58: 152869. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2019.152869>
51. Raggi A., Mogavero M.P., DelRosso L.M., et al. Clonazepam for the management of sleep disorders. Neurol Sci. 2023; 44(1): 115–128. <https://doi.org/10.1007/s10072-022-06397-x>
52. Winocur E., Gavish A., Voikovitch M., et al. Drugs and bruxism: a critical review. J Orofac Pain. 2003; 17(2): 99–111.
53. Кибя К.А. Сравнительный анализ показателей электромиографии у пациентов с бруксизмом при использовании чрескожной электростимуляции. Актуальные проблемы экспериментальной и клинической медицины. 2023: 233. [Kiba K.A. Sravnitel'nyy analiz pokazateley elektromiografii u patsiyentov s bruksizmom pri ispol'zovanii chreskoznoy elektroneystimulyatsii. Aktual'nyye problemy eksperimental'noy i klinicheskoy meditsiny. 2023: 233 (In Russ.).]
54. Rajpurohit B., Khatri S.M., Metgud D., et al. Effectiveness of transcutaneous electrical nerve stimulation and microcurrent electrical nerve stimulation in bruxism associated with masticatory muscle pain—a comparative study. Indian J Dent Res. 2010; 21(1): 104–106. <https://doi.org/10.4103/0970-9290.62816>
55. Shimada A., Castrillon E.E., Svensson P. Revisited relationships between probable sleep bruxism and clinical muscle symptoms. J Dent. 2019; 82: 85–90. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2019.01.013>
56. Манкевич С.М. Дифференцированная рефлексотерапия в комплексном лечении бруксизма. Паринские чтения 2020. 2020; 242–246. [Mankevich S.M. Differentiated Reflexology in the Complex Treatment of Bruxism. Parinskiye chteniya 2020; 2020: 242–246. (In Russ.).]
57. Romoli M., Ridi R., Giommi A. Electromyographic changes in bruxism after auricular stimulation. A randomized controlled clinical trial. Minerva Med. 2003; 94 (4 Suppl 1): 9–15.
58. Иорданишвили А.К., Сериков А.А., Фаизов А.Р. Личностное реагирование на болезнь при парафункции жевательных мышц. Ученые записки СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова. 2017; 24(2): 52–58. <https://doi.org/10.24884/1607-4181-2017-24-2-52-58> [Iordanishvili A.K., Serikov A.A., Faizov A.R. Personal Response to Disease in Parafunctions of Masticatory Muscles. The Scientific Notes of the Pavlov University. 2017; 24(2): 52–58. <https://doi.org/10.24884/1607-4181-2017-24-2-52-58> (In Russ.).]
59. Gouw S., de Wijer A., Kalaykova S.I., et al. Masticatory muscle stretching for the management of sleep bruxism: A randomised controlled trial. J Oral Rehabil. 2018; 45(10): 770–776. <https://doi.org/10.1111/joor.12694>
60. Conti P.C., Stuginski-Barbosa J., Bonjardim L.R., et al. Contingent electrical stimulation inhibits jaw muscle activity during sleep but not pain intensity or masticatory muscle pressure pain threshold in self-reported bruxers: a pilot study. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2014; 117(1): 45–52. <https://doi.org/10.1016/j.oooo.2013.08.015>
61. Bergmann A., Edelhoff D., Schubert O., et al. Effect of treatment with a full-occlusion biofeedback splint on sleep bruxism and TMD pain: a randomized controlled clinical trial. Clin Oral Investig. 2020; 24(11): 4005–4018. <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03270-z>
62. Черкашина С.А., Родыгина Ю.К. Особенности психосоматического статуса студентов с соматоформными расстройствами полости рта и способы их психокоррекции. Вестник психотерапии. 2014; 49(54): 91–100. [Cherkashina S.A., Rodygina Yu.K. Psychosomatic state features of students having somatoform disorders of the oral cavity and their methods of psychological adjustment. Bulletin of Psychotherapy. 2014; 49(54): 91–100 (In Russ.).]

63. Ommerborn M.A., Schneider C., Giraki M., et al. Effects of an occlusal splint compared with cognitive-behavioral treatment on sleep bruxism activity. *Eur J Oral Sci.* 2007; 115(1): 7–14. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.2007.00417.x>
64. Епифанов А.В., Иваненко Т.А., Шведов Н.С., Кулиджанян В.Д. Бруксизм В книге: XXI Давиденковские чтения. Сборник тезисов. 2019: 92–93. [Yepifanov A.V., Ivanenko T.A., Shvedov N.S., Kulidzhanyan V.D. Bruksizm V knige: XXI Davidenkovskiye chteniya. Sbornik tezisov. 2019: 92–93 (In Russ.).]
65. Вологина М.В., Кибя К.А. Оценка электромиографии жевательных мышц при использовании кинезиотейпов у пациентов с бруксизмом. Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. 2023; 20(4): 54–57. [Vologina M.V., Kiba K.A. Evaluation of the electromyographic study of masticatory muscles using kinesiotape in patients with bruxism. *Journal of Volgograd State Medical University.* 2023; 20(4): 54–57 (In Russ.).]
66. Keskinruzgar A., Kucuk A.O., Yavuz G.Y., et al. Comparison of kinesio taping and occlusal splint in the management of myofascial pain in patients with sleep bruxism. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2019; 32(1): 1–6. <https://doi.org/10.3233/BMR-181329>
67. Volkan-Yazici M., Kolsuz M.E., Kafa N., et al. Comparison of Kinesio Taping and manual therapy in the treatment of patients with bruxism using shear-wave elastography-A randomised clinical trial. *Int J Clin Pract.* 2021; 75(12): e14902. <https://doi.org/10.1111/ijcp.14902>
68. Yazici G., Kafa N., Kolsuz M.E., et al. Evaluation of single session physical therapy methods in bruxism patients using shear wave ultrasonography. *Cranio.* 2023; 41(1): 41–47. <https://doi.org/10.1080/08869634.2020.1812817>
69. Климова Т.Н., Шемонаев В.И., Саргсян К.А. и др. Комплексный подход к стоматологической реабилитации пациентов с парафункцией жевательных мышц. Волгоградский научно-медицинский журнал. 2011; 3(31): 41–44. [Klimova T.N., Shemonayev V.I., Sargsyan K.A., et al. Comprehensive Approach to Dental Rehabilitation of Patients with Masticatory Muscle Parafunction. *Volgograd Journal of Medical Research.* 2011; 3(31): 41–44 (In Russ.).]

# **Благодарность рецензентам журнала «Вестник восстановительной медицины» за 2024 год** **Acknowledgements to All Our Reviewers in 2024 from Bulletin of Rehabilitation Medicine Journal**

В 2024 г. в научно-практический рецензируемый журнал «Вестник восстановительной медицины» поступило более 100 статей, каждая из которых прошла двойное «слепое» рецензирование. Экспертное мнение рецензентов позволило авторам статей получить ценные комментарии и замечания, которые могут быть использованы для улучшения и расширения подаваемых к публикации материалов.

Редакция журнала «Вестник восстановительной медицины» выражает глубокую признательность и благодарность следующим рецензентам статей:

In 2024, we are pleased to report that more than 100 articles have been submitted to Bulletin of Rehabilitation Medicine, an academic and practical peer-reviewed journal. Each of these articles has been subjected to a double-blind review. We are grateful to our reviewers for offering their expert opinion, which has provided valuable comments and remarks that the authors of the articles can use to improve and expand the materials submitted for publication.

The Editorial Board of Bulletin of Rehabilitation Medicine Journal would like to express its immense appreciation and gratitude to the following article reviewers:

Агасарову Льву Георгиевичу  
Ансоковой Марьяне Аркадьевне  
Апхановой Татьяне Валерьевне  
Бадтиева Виктории Асланбековне  
Беловой Людмиле Анатольевне  
Бердюгину Кириллу Александровичу  
Васильевой Валерии Александровне  
Герасименко Марине Юрьевне  
Гильмутдиновой Лире Талгатовне  
Гришечкиной Ирине Александровне  
Даминову Вадиму Дамировичу  
Дудинской Екатерине Наильевне  
Заборовской Виктории Александровне  
Ежову Владимиру Владимировичу  
Еремушкину Михаилу Анатольевичу  
Ковлену Денису Викторовичу  
Коновой Ольге Михайловне  
Кончуговой Татьяне Венедиктовне  
Костенко Елене Владимировне  
Котенко Наталье Владимировне  
Крюковой Ирине Викторовне  
Кузюковой Анне Александровне  
Кульчицкой Детелине Борисовне

Курнявкиной Елене Алексеевне  
Макаровой Марине Ростиславовне  
Маркову Павлу Александровичу  
Марченковой Ларисе Александровне  
Мжельскому Александру Анатольевичу  
Мухиной Анастасии Александровне  
Никитюку Дмитрию Борисовичу  
Одарущенко Ольге Ивановне  
Пёховой Яне Геннадьевне  
Поберской Валентине Александровне  
Рассуловой Марине Анатольевне  
Рожковой Елене Анатольевне  
Сичинаве Нино Владимировне  
Скворцову Дмитрию Владимировичу  
Смоленскому Андрею Вадимовичу  
Стяжкиной Елене Михайловне  
Туровининой Елене Фаридовне  
Хан Майе Алексеевне  
Юровой Ольге Валентиновне  
Яковлеву Максиму Юрьевичу  
Яснецову Виктору Владимировичу  
Яшкову Александру Владимировичу

**Спасибо за проделанную работу!  
Надеемся на сотрудничество с Вами в будущем!**

**Thank you so much for all your hard work!  
We really hope we can work with you again in the future!**