



**Общероссийская  
общественная  
организация  
«Российское  
общество врачей  
восстановительной  
медицины, медицинской  
реабилитации,  
курортологов  
и физиотерапевтов»**

«Вопросы курортологии, физиотерапии  
и лечебной физической культуры» —  
научно-практический рецензируемый  
медицинский журнал

Выходит 6 раз в год  
Основан в 1923 году

Журнал представлен в следующих международ-  
ных базах данных и информационно-  
справочных изданиях: РИНЦ (Российский ин-  
декс научного цитирования), Web of Science (Rus-  
sian Science Citation Index — RSCI), PubMed/  
Medline, Index Medicus, Scopus (через Medline),  
EBSCOhost, Ulrich's Periodicals Directory, Google  
Scholar, WorldCat.

**Издательство «Медиа Сфера»:**

127238 Москва,  
Дмитровское ш., д. 46, корп. 2, этаж 4  
Тел.: (495) 482-4329  
Факс: (495) 482-4312  
info@mediasphera.ru  
www.mediasphera.ru  
Отдел рекламы: (495) 482-0604  
reklama@mediasphera.ru  
Отдел подписки: (495) 482-5336  
zakaz@mediasphera.ru

**Адрес для корреспонденции:**

127238 Москва, а/я 54, Медиа Сфера

**Адрес редакции:**

127238 Москва,  
Дмитровское ш., д. 46, корп. 2, этаж 4  
Тел.: (495) 482-4329  
E-mail: vopr.kurort@yandex.ru  
Зав. редакцией **О.А. Роженецкая**

Оригинал-макет изготовлен издательством  
«Медиа Сфера»

Компьютерный набор и верстка:

Г.В. Кременчуцкая, М.Ю. Володина,  
Е.Л. Коган  
Корректор: **О.М. Тарарина**

Редакция не несет ответственности за содержание  
рекламных материалов. Точка зрения авторов может  
не совпадать с мнением редакции. К публикации  
принимаются только статьи, подготовленные в со-  
ответствии с правилами для авторов. Направляя ста-  
тью в редакцию, авторы принимают условия дого-  
вора публичной оферты. С правилами для авторов и  
договором публичной оферты можно ознакомиться  
на сайте: [www.mediasphera.ru](http://www.mediasphera.ru). Полное или частич-  
ное воспроизведение материалов, опубликованных  
в журнале, допускается только с письменного раз-  
решения издателя — издательства «Медиа Сфера».

Индексы по каталогу агентства «Роспечать»

**71418** — для индивидуальных подписчиков

**71419** — для предприятий и организаций

Подписано в печать 11.03.20

Формат 60×90 1/8. Тираж 2000 экз.

Усл. печ. л. 10,5.

Заказ 1383

Отпечатано в ООО «ПКФ СОЮЗ-ПРЕСС»

# ВОПРОСЫ КУРОРТОЛОГИИ, ФИЗИОТЕРАПИИ И ЛЕЧЕБНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

Том 97

май—июнь

3'2020

**ДВУХМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ**

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор **акад. РАН, д.м.н., проф. РАЗУМОВ А.Н.**

<b>АДИЛОВ В.Б.</b> , д.г.-м.н.	<b>КОТЕНКО К.В.</b> , член-корр. РАН, д.м.н., проф.
<b>БАДТИЕВА В.А.</b> , член-корр. РАН, д.м.н., проф.	<b>КУЛИКОВ А.Г.</b> , д.м.н., проф.
<b>БОБРОВНИЦКИЙ И.П.</b> , член-корр. РАН, д.м.н., проф. (зам. главного редактора)	<b>ЛЕБЕДЕВА И.П.</b> , к.м.н.
<b>ВАСИЛЕНКО А.М.</b> , д.м.н., проф. (ответственный секретарь)	<b>ЛЬВОВА Н.В.</b> , к.м.н. (научный редактор)
<b>ГОЗУЛОВ А.С.</b> , к.психол.н., доц.	<b>МЕЛЬНИКОВА Е.А.</b> , д.м.н.
<b>ГУСАКОВА Е.В.</b> , д.м.н., проф.	<b>ПЕРШИН С.Б.</b> , д.м.н., проф.
<b>ЕПИФАНОВ В.А.</b> , д.м.н., проф.	<b>ПОВАЖНАЯ Е.Л.</b> , д.м.н., проф.
<b>ЗАЙЦЕВ В.П.</b> , д.м.н., проф.	<b>ПОНОМАРЕНКО Г.Н.</b> , д.м.н., проф.
<b>КОНЧУГОВА Т.В.</b> , д.м.н., проф. (зам. главного редактора)	<b>РАССУЛОВА М.А.</b> , д.м.н., проф.
	<b>ТУРОВА Е.А.</b> , д.м.н., проф. (зам. главного редактора)
	<b>ХАН М.А.</b> , д.м.н., проф.
	<b>ЮРОВА О.В.</b> , д.м.н., проф.

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

<b>Бугаев С.А.</b> (Москва)	<b>Казakov В.Ф.</b> (Москва)
<b>Быков А.Т.</b> (Сочи)	<b>Кирьянова В.В.</b> (Санкт-Петербург)
<b>Владимирский Е.В.</b> (Пермь)	<b>Левицкий Е.Ф.</b> (Томск)
<b>Гильмутдинова Л.Т.</b> (Уфа)	<b>Никитин М.В.</b> (Геленджик)
<b>Голубова Т.Ф.</b> (Евпатория)	<b>Оранский И.Е.</b> (Екатеринбург)
<b>Ефименко Н.В.</b> (Пятигорск)	<b>Соколов А.В.</b> (Московская обл.)
<b>Завгорудько В.Н.</b> (Хабаровск)	<b>Ярош А.М.</b> (Ялта)

## ЕЖДУНАРОДНЫЙ СОВЕТ

<b>Harutyunyan B.N.</b> (Yerevan, Armenia)	<b>Musaev A.V.</b> (Baku, Azerbaijan)
<b>Babov K.D.</b> (Odessa, Ukraine)	<b>Ponikowska I.</b> (Torun', Poland)
<b>Belov G.V.</b> (Osh, Kyrgyzstan)	<b>Pratzel H.G.</b> (Munchen, Germany)
<b>Benberin V.V.</b> (Astana, Kazakhstan)	<b>Sivakou A.P.</b> (Minsk, Belarus)
<b>Burger H.</b> (Ljubljana, Slovenia)	<b>Solimene U.</b> (Milan, Italy)
<b>Gaisberger M.</b> (Salzburg, Austria)	<b>Surdu O.I.</b> (Constanta, Romania)
<b>Maraver F.E.</b> (Madrid, Spain)	<b>Fluck I.</b> (Budapest, Hungary)
<b>Melnikau I.M.</b> (Bad Fussing, Germany)	

Решением Высшей аттестационной комиссии (ВАК) Министерства науки и высшего образования РФ журнал «Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры» включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых рекомендована публикация основных результатов диссертационных исследований на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук.



**Russian Society  
of regenerative  
medicine, medical  
rehabilitation,  
balneology  
and physiotherapy  
specialists**

«Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoi fizicheskoi kultury» (Problems of Balneology, Physiotherapy, and Exercise Therapy) is a bimonthly peer-reviewed medical journal published by **MEDIA SPHERA Publishing Group**.  
Founded in 1923.

**Journal indexed in Russian Science Citation Index (RSCI), Scopus (via Medline), Web of Science (Russian Science Citation Index — RSCI), PubMed/MEDLINE, Index Medicus, EBSCOhost, Ulrich's Periodicals Directory, Google Scholar, WorldCat.**

**MEDIA SPHERA Publishing Group:**

Address: 46-2 (level 4),  
Dmitrovskoe highway,  
Moscow, Russia, 127238  
Phone: +7(495)482-4329  
Fax: +7(495)482-4312  
E-mail: info@mediasphera.ru  
URL: <http://www.mediasphera.ru>

Advertising department:  
Phone: +7(495)482-0604  
E-mail: reklama@mediasphera.ru  
Subscription department:  
Phone: +7(495)482-5336  
E-mail: zakaz@mediasphera.ru

**For correspondence:**

POB 54, Moscow, Russia, 127238  
**MEDIA SPHERA**

**Editorial office:**

Address: 46-2 (level 4)  
Dmitrovskoe highway  
Moscow, Russia, 127238  
Phone: +7(495)482-4329  
E-mail: vopr.kurort@yandex.ru  
**Managing editor: O.A. Rozhenetskaya**

**In accordance with the resolution of the Higher Attestation Commission of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation, the Problems of Balneology, Physiotherapy, and Exercise therapy was included in the List of Leading Peer-Reviewed Journals and Periodicals issued in the Russian Federation where the main results of Candidate and Doctor Theses are recommended to be published.**

The Editorial Board is not responsible for the content of advertising materials. Editorial opinion does not always coincide with the opinion of the authors. Only the articles prepared in compliance with Authors' guidelines are accepted for publication. When submitting an article to the Editorial Board, the authors accept the terms and conditions of the public offer agreement. Authors' guidelines and the public offer agreement can be found on website [www.mediasphera.ru](http://www.mediasphera.ru). Complete or partial reproduction is allowed by written permission of the Publisher (MEDIA SPHERA Publishing Group).

# PROBLEMS OF BALNEOLOGY, PHYSIOTHERAPY, AND EXERCISE THERAPY

**Vol. 97                      May—June                      Issue 3'2020**

**BIMONTHLY SCIENTIFIC-AND-PRACTICAL MEDICAL JOURNAL**

## **EDITOR-in-CHIEF**

**RAZUMOV A.N., MD, PhD, Professor, Academician of RAS (Moscow, Russia)**

## **EDITORIAL BOARD**

- |   |   |
|---|---|
| <b>ADILOV V.B., PhD (Moscow, Russia)</b>  | <b>LEBEDEVA I.P., MD, PhD (Moscow, Russia)</b>                                  |
| <b>BADTIEVA V.A., MD, PhD, Professor, Corr. Member of RAS (Moscow, Russia)</b>                              | <b>LVOVA N.V., MD, PhD, Scientific Editor (Moscow, Russia)</b>                  |
| <b>BOBROVNITSKIY I.P., MD, PhD, Professor, Corr. Member of RAS, Deputy Editor-in-Chief (Moscow, Russia)</b> | <b>MELNIKOVA E.A., MD, PhD (Moscow, Russia)</b>                                 |
| <b>VASILENKO A.M., MD, PhD, Professor, Executive Secretary (Moscow, Russia)</b>                             | <b>PERSHIN S.B., MD, PhD, Professor (Moscow, Russia)</b>                        |
| <b>GOZULOV A.S., PhD, assistant professor (Moscow, Russia)</b>  | <b>POVAZHNYAYA E.L., MD, PhD, Professor (Moscow, Russia)</b>                    |
| <b>GUSAKOVA E.V., MD, PhD, Professor (Moscow, Russia)</b>   | <b>PONOMARENKO G.N., MD, PhD, Professor (Saint-Petersburg, Russia)</b>          |
| <b>EPIFANOV V.A., MD, PhD, Professor (Moscow, Russia)</b>   | <b>RASSULOVA M.A., MD, PhD, Professor (Moscow, Russia)</b>                      |
| <b>ZAITSSEV V.P., MD, PhD, Professor (Moscow, Russia)</b>   | <b>TUROVA E.A., MD, PhD, Professor, Deputy Editor-in-Chief (Moscow, Russia)</b> |
| <b>KONCHUGOVA T.V., MD, PhD, Professor, Deputy Editor-in-Chief (Moscow, Russia)</b>                         | <b>KHAN M.A., MD, PhD, Professor (Moscow, Russia)</b>                           |
| <b>KOTENKO K.V., MD, PhD, Professor, Corr. Member of RAS (Moscow, Russia)</b>                               | <b>YUROVA O.V., MD, PhD, Professor (Moscow, Russia)</b>                         |
| <b>KULIKOV A.G., MD, PhD, Professor (Moscow, Russia)</b>  |   |

## **EDITORIAL COUNCIL**

- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| <b>Bugaev S.A. (Moscow)</b>          | <b>Kazakov V.F. (Moscow)</b>             |
| <b>Bykov A.T. (Sochi)</b>            | <b>Kiryanova V.V. (Saint-Petersburg)</b> |
| <b>Vladimirskiy E.V. (Perm')</b>     | <b>Levitsky E.F. (Tomsk)</b>             |
| <b>Gilmutdinova L.T. (Ufa)</b>       | <b>Nikitin M.V. (Gelendzhik)</b>         |
| <b>Golubova T.F. (Yevpatoria)</b>    | <b>Oranskii I.E. (Ekaterinburg)</b>      |
| <b>Efimenko N.V. (Pyatigorsk)</b>    | <b>Sokolov A.V. (Moscow region)</b>      |
| <b>Zavgorud'ko V.N. (Khabarovsk)</b> | <b>Yarosh A.M. (Yalta)</b>               |

## **INTERNATIONAL COUNCIL**

- |   |  |
|---|--|
| <b>Harutyunyan B.N. (Yerevan, Armenia)</b>  | <b>Musaev A.V. (Baku, Azerbaijan)</b>  |
| <b>Babov K.D. (Odessa, Ukraine)</b>         | <b>Ponikowska I. (Torun', Poland)</b>  |
| <b>Belov G.V. (Osh, Kyrgyzstan)</b>         | <b>Pratzel H.G. (Munchen, Germany)</b> |
| <b>Benberin V.V. (Astana, Kazakhstan)</b>   | <b>Sivakou A.P. (Minsk, Belarus)</b>   |
| <b>Burger H. (Ljubljana, Slovenia)</b>      | <b>Solimene U. (Milan, Italy)</b>      |
| <b>Gaisberger M. (Salzburg, Austria)</b>    | <b>Surdu O.I. (Constanta, Romania)</b> |
| <b>Maraver F.E. (Madrid, Spain)</b>         | <b>Fluck I. (Budapest, Hungary)</b>    |
| <b>Melnikau I.M. (Bad Füssing, Germany)</b> |  |

*Разумов А.Н., Пономаренко Г.Н., Бадтиева В.А.*Медицинская реабилитация пациентов с пневмониями, ассоциированными с новой  
коронавирусной инфекцией COVID-19 ..... 5**ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ***Ластовецкий А.Г., Минина Е.Н.*Метрологическая оценка фазового усредненного кардиоцикла в решении задач  
восстановительной и спортивной медицины ..... 14*Дубинская А.Д., Кукишина А.А., Юрова О.В., Котельникова А.В., Гулаев Е.Н.*

Миофасциальный массаж лица как возможный метод коррекции психоэмоциональных состояний . . . . 24

*Кульчицкая Д. Б., Турова Е.А., Кончугова Т.В., Колбахова С.Н., Цой А.В.*Влияние комплексного применения электрофореза никотиновой кислоты  
и воздушно-пузырьковых ванн на микроциркуляцию у больных  
с диабетической полинейропатией ..... 31*Бородулина И.В., Бадалов Н.Г., Мухина А.А., Гуца А.А., Марфина Т.В., Воловец С.А.*Общие гидрогальванические ванны в лечении пациентов  
с пояснично-крестцовой радикулопатией ..... 35*Основина И.П. Алексеева Н.В.*Сравнительная оценка эффективности разных режимов магнитотерапии  
у пациентов с остеоартритом ..... 43*Грушина Т.И., Тепляков В.В.*Физиотерапия при ранней реабилитации больных с костными саркомами  
после эндопротезирования крупных костей и суставов ..... 53*Кончугова Т.В., Кульчицкая Д.Б., Кияткин В.А., Гуцина Н.В.*

Трансцеребральная магнито- и ударно-волновая терапия в коррекции эректильной дисфункции . . . . 60

*Хан М.А., Чубарова А.И., Рассулова М.А., Тальковский Е.М., Новикова Е.В., Румянцева М.В.*

Современные возможности криотерапии при хронических функциональных запорах у детей ..... 68

*Глиш М.М., Шавилова М.Е., Матишев А.А.*Механизмы действия и клиническая эффективность ультратонотерапии  
в комплексном лечении онихомикозов стоп ..... 76**КОЛОНКА ОРГАНИЗАТОРА***Абрамович С.Г.*Физиотерапевтическая служба Иркутской области: современное состояние,  
проблемы и перспективы ..... 83**НАУЧНЫЙ ОБЗОР***Пятин В.Ф., Широлапов И.В.*Нейромышечная стимуляция в условиях вибрационной физической нагрузки  
для профилактики остеопороза ..... 87**ЮБИЛЕЙ***Завгорудько В.Н., Сидоренко С.В., Кортелев В.В., Завгорудько Т.И., Завгорудько Г.В.*

Колымская здравница «Талая». К 80-летию ..... 94

<i>Razumov A.N., Ponomarenko G.N., Badtieva V.A.</i> Medical rehabilitation of patients with pneumonia associated with the new COVID-19 coronavirus infection .....	5
---	---

### ORIGINAL ARTICLES

<i>Lastovetsky A.P., Minina E.N.</i> Metrological assessment of the averaged phase cardiocycle in solving problems of rehabilitation and sports medicine .....	14
<i>Dubinskaya A.D., Kukshina A.A., Yurova O.V., Kotelnikova A.V., Gulayev E.N.</i> Myofascial facial massage as a possible method of correction of psychoemotional states .....	24
<i>Kulchitskaya D.B., Turova E.A., Konchugova T.V., Kolbakhova S.N., Tsoi A.V.</i> The effect of complex use of nicotinic acid electrophoresis and air bubble baths on microcirculation in patients with diabetic polyneuropathy .....	31
<i>Osnovina I.P., Alekseeva N.V.</i> Comparative evaluation of effectiveness of different magnetotherapy regimens in patients with osteoarthritis ...	43
<i>Borodulina I.V., Badalov N.G., Mukhina A.A., Gushcha A.O., Marfina T.V., Volovets S.A.</i> General hydro galvanic baths in the treatment of patients with lumbosacral radiculopathy .....	35
<i>Grushina T.I., Teplyakov V.V.</i> Physiotherapy in early rehabilitation of patients with bone sarcomas after arthroplasty of large bones and joints .....	53
<i>Konchugova T.V., Kulchitskaya D.B., Kiyatkin V.A., Gushchina N.V.</i> Transcerebral magnetic and shock wave therapy in correction of erectile dysfunction .....	60
<i>Khan M.A., Chubarova A.I., Rassulova M.A., Talkovsky E.M., Novikova E.V., Rummyantseva M.V.</i> Modern possibilities of cryotherapy for chronic functional constipation in children .....	68
<i>Tlish M.M., Shavilova M.E., Matishev A.A.</i> Mechanisms of action and clinical effectiveness of ultrasonotherapy in the complex treatment of foot onychomycosis .....	76

### HEALTH CARE ORGANIZER'S COLUMN

<i>Abramovitch S.G.</i> Physiotherapeutic Service of the Irkutsk Region: present status, problems and perspectives .....	83
---	----

### SCIENTIFIC REVIEW

<i>Pyatin V.F., Shirolapov I.V.</i> Neuromuscular stimulation in conditions of vibrational physical activity for the prevention of osteoporosis .....	87
---	----

### JUBILEE

<i>Zavgorudko V.N., Sidorenko S.V., Kortelev V.V., Zavgorudko T.I., Zavgorudko G.V.</i> Kolyma health resort «Talaya» (to its 80th birthday) .....	94
---	----

## Медицинская реабилитация пациентов с пневмониями, ассоциированными с новой коронавирусной инфекцией COVID-19

© А.Н. РАЗУМОВ<sup>1,2</sup>, Г.Н. ПОНОМАРЕНКО<sup>3,4</sup>, В.А. БАДТИЕВА<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России, Москва, Россия;

<sup>2</sup>ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины» Департамента здравоохранения Москвы, Москва, Россия;

<sup>3</sup>ФГБУ «Федеральный научный центр реабилитации инвалидов им. Г.А. Альбрехта» Минтруда России, Санкт-Петербург, Россия;

<sup>4</sup>ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

### Резюме

Эффективная медицинская реабилитация пациентов с пневмонией, вызванной новым коронавирусом SARS-CoV-2, имеет решающее значение для восстановления и оптимизации результатов неотложной и специализированной медицинской помощи. В связи с этим актуальна разработка научно обоснованной программы медицинской реабилитации пациентов с коронавирусной инфекционной болезнью COVID-19, состав и структура которой включает методы и средства, обладающие доказанной эффективностью.

Цель исследования — разработка научно обоснованных подходов к медицинской реабилитации пациентов с пневмонией, ассоциированной с новой коронавирусной инфекцией COVID-19.

Результаты. Детально рассмотрены клинические эффекты и предполагаемые механизмы действия реабилитационных технологий у больных с пневмониями, в том числе ассоциированными с новой коронавирусной инфекцией COVID-19. Наиболее изученными из физических методов, имеющих доказанный эффект, являются физические упражнения, дыхательные упражнения, комплексное действие факторов курортной терапии, гидротерапии, оказывающих влияние на основные клинические проявления основного заболевания, астено-невротический синдром и повышающие иммунитет. Предложены новые методы для формирования клинических рекомендаций по медицинской реабилитации и рассмотрены ее перспективные методы.

Заключение. Необходимы регулярное обобщение и анализ качественных рандомизированных контролируемых клинических исследований по оценке различных физических методов лечения больных пневмониями, ассоциированными с новой коронавирусной инфекцией COVID-19, которые служат базой для разработки будущих валидных клинических рекомендаций. Своевременная и адекватная специализированная помощь по медицинской реабилитации может иметь решающее значение для сохранения здоровья, снижения инвалидности и смертности больных с пневмониями, ассоциированными с новой коронавирусной инфекцией COVID-19.

**Ключевые слова:** коронавирусная инфекция COVID-19, пневмония, физические методы, терапия, медицинская реабилитация.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Разумов А.Н. — акад. РАН, д.м.н., проф.; <https://orcid.org/0000-0001-8549-0106>

Пономаренко Г.Н. — д.м.н., проф.; <https://orcid.org/0000-0001-7853-4473>

Бадтиева В.А. — член-корр. РАН, д.м.н., проф.; <https://orcid.org/0000-0003-4291-679X>

### АВТОР, ОТВЕТСТВЕННЫЙ ЗА ПЕРЕПИСКУ:

Бадтиева Виктория Асланбековна — e-mail: [maratik2@yandex.ru](mailto:maratik2@yandex.ru)

### КАК ЦИТИРОВАТЬ:

Разумов А.Н., Пономаренко Г.Н., Бадтиева В.А. Медицинская реабилитация пациентов с пневмониями, ассоциированными с новой коронавирусной инфекцией COVID-19. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2020;97(3):5-13. <https://doi.org/10.17116/kurort2020970315>

## Medical rehabilitation of patients with pneumonia associated with the new COVID-19 coronavirus infection

© A.N. RAZUMOV<sup>1,2</sup>, G.N. PONOMARENKO<sup>3,4</sup>, V.A. BADTIEVA<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Sechenov First Moscow state medical University, Ministry of health of Russia, Moscow, Russia;

<sup>2</sup>Moscow scientific and practical center for medical rehabilitation, rehabilitation and sports medicine, Moscow, Russia;

<sup>3</sup>Federal research center for rehabilitation of disabled people named after G.A. Albrecht, Ministry of labor of Russia, St. Petersburg, Russia;

<sup>4</sup>St. Petersburg state medical University named after I. I. Mechnikov, Ministry of health of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia

## Abstract

Effective medical rehabilitation of patients with pneumonia caused by the new SARS-CoV-2 coronavirus is critical for the recovery and optimization of emergency and specialty care outcomes. In this regard, it is relevant to develop a scientifically based medical rehabilitation program for patients with the coronavirus infectious disease COVID-19, whose composition and structure includes methods and tools that have proven effectiveness.

**Aim** — to develop evidence-based approaches to medical rehabilitation for patients with pneumonia associated with the new COVID-19 coronavirus infection.

**Results.** the clinical effects and suggested mechanisms of action of rehabilitation technologies in patients with pneumonia, including those associated with the new COVID-19 coronavirus infection, are considered in Detail. The most studied of the physical methods that have a proven effect are physical exercises, breathing exercises, the complex effect of factors of resort therapy, hydrotherapy, which affect the main clinical manifestations of the underlying disease, astheno-neurotic syndrome and increasing immunity. Clinical recommendations for medical rehabilitation are proposed and its promising methods are considered.

**Conclusion.** Regular generalization and analysis of high-quality randomized controlled clinical trials to evaluate various physical methods of treatment of patients with pneumonia associated with the new COVID-19 coronavirus infection is Necessary, which serve as a basis for the development of future valid clinical recommendations. Timely and adequate specialized medical rehabilitation care is critical to maintaining the health, reducing disability and mortality of patients with pneumonia associated with the new COVID-19 coronavirus infection.

**Keywords:** COVID-19 coronavirus infection, pneumonia, physical methods, therapy, medical rehabilitation.

## INFOTMATION ABOUTH THE AUTHORS:

Razumov A.N. — <https://orcid.org/0000-0001-8549-0106>

Ponomarenko G.N. — <https://orcid.org/0000-0001-7853-4473>

Badtieva V.A. — <https://orcid.org/0000-0003-4291-679X>

## CORRESPONDING AUTHOR:

Badtieva V.A. — e-mail: maratik2@yandex.ru

## TO CITE THIS ARTICLE:

Razumov AN, Ponomarenko GN, Badtieva VA. Medical rehabilitation of patients with pneumonia associated with the new COVID-19 coronavirus infection. *Problems of balneology, physiotherapy, and exercise therapy*. 2020;97(3):5-13. (In Russian). <https://doi.org/10.17116/kurort2020970315>

В настоящее время в мире наблюдается стремительный рост числа пациентов с респираторными вирусными заболеваниями, вызываемыми новым коронавирусом SARS-CoV-2. В марте 2020 г. ВОЗ объявила пандемию коронавирусной инфекции, вызванной коронавирусом SARS-CoV-2, — COVID-19, последствия которой для здоровья человека и экономики пока еще сложно полностью предсказать [1, 2]. У человека коронавирусы могут вызвать целый ряд заболеваний — от легких форм острой респираторной инфекции до тяжелого острого респираторного синдрома (ТОРС) [1, 3, 4]. Однако наиболее распространенным клинически ассоциированным проявлением нового заболевания является двусторонняя пневмония.

В системе отечественного здравоохранения помощь пациентам с вирус-ассоциированной пневмонией оказывается в виде первичной врачебной, первичной специализированной и специализированной медико-санитарной помощи [3, 4]. Организация медицинской помощи пациентам с COVID-19 определена временным Порядком организации работы медицинских организаций в целях реализации мер по профилактике и снижению рисков распространения новой коронавирусной инфекции COVID-19, утвержденных приказом Минздрава России от 19.03.20 №198н, и отражена во временных методических рекомендациях «Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19)» [1].

Установлено, что пневмонии, ассоциированные с новым коронавирусом SARS-CoV-2, у значительного числа пациентов протекают тяжело, часто с нарушением функции других жизненно важных органов и стойкими расстройствами дыхательной функции легких и кислородтранспортной функции крови и сосудов. У реконвалесцентов формируется клиническая картина, манифестирующая рядом выраженных синдромов, ведущими из которых являются астено-невротический и иммуносупрессивный [5—7]. С учетом определенного сходства патологического каскада метаболических процессов, происходящих при COVID-19, с патогенезом повреждения легких у пациентов с ТОРС, представляется возможным рассмотреть используемые и ранее научно обоснованные эффективные физические методы [8, 9].

В связи с прогнозом быстрого нарастания удельного веса пациентов с инвалидностью, связанной с новой коронавирусной инфекцией COVID-19, эффективная медицинская реабилитация имеет решающее значение для оптимизации конечных результатов специализированной медицинской помощи [10]. Реабилитационные мероприятия позволят значимо восстановить дыхательную функцию у пациентов, улучшить качество жизни, сократить сроки временной нетрудоспособности и уменьшить число случаев первичной инвалидности.

Известно, что применение физических факторов без учета оценки их эффективности может привести к рецидивам заболевания или отсутствию клинически значимого эффекта. Многие из эмпирически используемых и активно обсуждаемых в профессиональной среде технологий требуют строгих научных доказательств, которые могут быть получены только в ходе доброкачественных исследований. В связи с этим актуальна разработка научно обоснованной программы медицинской реабилитации пациентов с пневмониями, ассоциированными с новой коронавирусной инфекцией COVID-19. Состав и структура такой программы должны включать методы и средства, обладающие доказанной эффективностью.

**Цель исследования** — разработка научно обоснованных подходов к медицинской реабилитации пациентов с пневмониями, ассоциированными с новой коронавирусной инфекцией COVID-19.

## Материал и методы

Стратегия поиска доказательств эффективных реабилитационных технологий включала поиск рандомизированных клинических исследований (РКИ) по ключевым словам («пневмония», «синдром хронической усталости», «реабилитация», «физиотерапия», «pneumonia», «chronic fatigue syndrome», «rehabilitation», «physical therapy») в электронных базах данных (PEDro, PubMed, EMBASE, eLibrary), базах данных систематических обзоров (СО) (Кохрейновская библиотека, DARE), международных базах данных других клинических рекомендаций (NGC, GERRIS, NZGG, NICE) с последующим поиском полнотекстовых статей на сайтах издателей, а также ручного поиска в журналах за период с 2015 г. по апрель 2020 г. При разработке рекомендаций использовали преимущественно данные зарубежных и отечественных СО, метаанализов РКИ, а также данные отдельных РКИ, оцениваемых не менее чем на 5 из 10 баллов по шкале PEDro, которая включает 10 параметров уровня доказательств и качества выполнения РКИ, таких как рандомизация, сравнительный характер исследования, оценка по конечным точкам, ослепление и др. Дополнительно в категорию оценки РКИ «не применимо» (N/A) были включены СО и результаты метаанализов РКИ, не подлежавшие балльной оценке.

Оценку **уровней достоверности доказательности (УДД) научных исследований и стратификацию убедительности клинических рекомендаций (УУР) выполняли** в соответствии с предустановленными шкалами, согласно приказу Минздрава России от 28.02.19 №103н.

## Результаты и обсуждение

Общее число публикаций по применению физических методов у пациентов с пневмониями, в которых представлены оригинальные исследования и СО,

составило 55 источников. Данные по этим методам физической терапии с максимальным уровнем доказательств **представлены в табл. 1, а доказательства эффективности физических методов у пациентов с пневмониями, ассоциированными с новой коронавирусной инфекцией COVID-19, — в табл. 2.**

Большое значение имеет своевременность проведения реабилитации у пульмонологических больных. Показано, что реабилитация в ранние сроки после острого обострения ХОБЛ приводила к более быстрому улучшению физической работоспособности по сравнению с реабилитацией, начатой позже в стабильной фазе [26]. Метаанализ исследований, в которых сравнивалось проведение программ легочной реабилитации в ранние сроки заболевания, в отдаленные, после выписки из стационара, а также отсутствие программ реабилитации, продемонстрировал улучшение показателей качества жизни и физической работоспособности при начале программ реабилитации в стационаре [27].

Немаловажен факт адекватности программ реабилитации и используемых методов клиническому состоянию больных [8, 9]. Перевод в реабилитационное учреждение следует выполнять только в том случае, если есть уверенность, что состояние пациента после перевода не ухудшится [10], в связи с чем большое значение необходимо уделить определению показаний к началу реабилитационных мероприятий, критериям контроля и эффективности методов и программ реабилитации. Рекомендовано переводить пациентов с пневмониями, ассоциированными с коронавирусной инфекцией COVID-19, в отделения реабилитации только если они имеют стабильные показатели сатурации кислорода, при отсутствии прогрессирования дыхательной недостаточности и исключения прогрессирования заболевания по результатам компьютерной томографии [10].

В процессе анализа массива данных РКИ выявлены основные направления реабилитации больных с пневмониями. Для улучшения бронхиальной проходимости используют методы кинезотерапии (физические упражнения и дыхательные упражнения). Физические упражнения являются ядром программ реабилитации пульмонологических больных и дыхательной реабилитации, их влияние зависит от способа, интенсивности, времени и места проведения. Упражнения оказывают положительное влияние на физическое и психическое здоровье и качество жизни пациентов с COVID-19 [28]. Для купирования остаточных проявлений легочной недостаточности применяют методы неинвазивной вентиляции легких (CPAP-терапия), а для восстановления баланса тормозных и активирующих процессов в коре головного мозга и стимуляции иммунитета — методы курортной терапии и гидротерапии.

Обращают на себя внимание оригинальные публикации в научной литературе по доказательству лечеб-

Таблица 1. Доказательства эффективности реабилитационных технологий у больных с пневмонией  
 Table 1. Evidence of effectiveness of rehabilitation technologies in patients with pneumonia

Автор	Тип исследования	Число больных	Длительность наблюдения	Лечебный физический фактор	Группа наблюдения/сравнения	Показатели, характеризующие эффект терапии
T. Larsen [11]	СО 4 РКИ		14 сут	Ранняя мобилизация	Контроль	Ранняя мобилизация не снижала риск смертности по сравнению с группой контроля (ОР 0,9, 95% ДИ от 0,27 до 2,97, $p=0,86$ ), но значимо уменьшала среднее количество койко-дней (MD -1,1 сут, 95% ДИ от -2,21 до -0,04, $p=0,04$ )
A. Jose [12]	РКИ 4/10	49	10 сут	ФУ	Контроль	В группе ФУ — улучшение состояния по тесту GADL (MD 39 с, 95% ДИ от 20 до 59), ТШХ (MD 130 м, 95% ДИ от 77 до 182). КЖ, выраженность одышки и возрастания ТФН в группе ФУ более значимы, чем в контроле
M. Yang [13]	СО 6 РКИ	434	5 сут	ДУ	Контроль	Выявлено сокращение среднего койко-дня на 2,0 сут (MD 2,0 сут, 95% ДИ от -3,5 до -0,6) и 1,4 сут (95% ДИ от -2,8 до -0,0), увеличение положительного давления на выдохе, уменьшение продолжительности лихорадки (95% ДИ от -1,4 до -0,0)
E. Huijzebos [14]	СО 8 РКИ	856	5 сут	ДУ	Контроль	Выявлено снижение риска послеоперационного ателектаза (ОР 0,52, 95% ДИ от 0,32 до 0,87, $p=0,01$ ) и пневмонии (ОР 0,45, 95% ДИ от 0,24 до 0,83, $p=0,01$ ) при отсутствии различий в частоте послеоперационных смертей от всех причин (ОР 0,66, 95% ДИ от 0,02 до 18,48, $p=0,81$ )
E. Thybo Karanfil [15]	СО 5 РКИ	451	2 нед	ДУ	Контроль	Предоперационная тренировка дыхательных мышц снижала риск развития пневмонии и ателектаза ( $p=0,01$ ) и повышала коэффициент риска (ОР 0,44 с, 95% ДИ от 0,23 до 0,83)
M. Katsura [16]	СО 12 РКИ	675	7 сут	ДУ	Контроль	Выявлено уменьшение послеоперационного ателектаза и пневмонии по сравнению с обычным вмешательством (ОР 0,53 с, 95% ДИ от 0,34 до 0,82 и ОР 0,45, 95% ДИ от 0,26 до 0,77), уменьшение продолжительности пребывания в стационаре (95% ДИ от -2,53 до -0,13)
Y. Zhang [17]	СО 3РКИ	151	14 сут	НВЛ	Контроль	Установлено снижение риска смерти в отделении интенсивной терапии (95% ДИ от 0,09 до 0,88), продолжительность пребывания в отделении интенсивной терапии (MD -3,28, 95% ДИ от -5,41 до -1,61), продолжительность и искусственной вентиляции легких (95% ДИ от -0,66 до 0,14)
R. Cosen- tini [18]	РКИ 5/10	47	48 ч	СРАР	Контроль	Пациенты группы наблюдения достигли конечной точки отношения $PaO_2/FiO_2 > 315$ в среднем за 1,5 ч (в группе контроля через 48 ч, $p < 0,001$ ). Доля пациентов, достигших первичной конечной точки, составила 95% (19/20) среди группы СРАР и 30% (8/27) среди контрольной группы ( $p < 0,001$ )
D. Pozuelo- Sarracosa [19]	СО 5РКИ	603	96 ч	Постуральный дренаж, ручная гиперинфляция, вибротерапия	Контроль	Влияние на частоту ИВЛ неубедительно (ОР 0,73, 95% ДИ от 0,38 до 1,07), равно как и длительность пребывания (на 0,33 сут короче, 95% ДИ от 2,31 до 1,66). Тем не менее комбинированная респираторная физиотерапия значительно снизила смертность (95% ДИ от 0,58 до 0,92)
L. Larun [20]	СО 8 РКИ	1518		ФУ	Контроль	ФУ снижали утомляемость в конце лечения (7 РКИ, $n=840$ , SMD -0,66, 95% ДИ от -1,01 до -0,31), уменьшали риск серьезных побочных реакций (1 РКИ, $n=319$ , ОР 0,99, 95% ДИ от 0,14 до 6,97), умеренно улучшали физическое функционирование, депрессию и сон по сравнению с адаптивной кардиостимуляцией

Окончание таблицы см. на след. странице

Таблица 1. Доказательства эффективности реабилитационных технологий у больных с пневмонией (Окончание)  
 Table 1. Evidence of effectiveness of rehabilitation technologies in patients with pneumonia (Conclusion)

Автор	Тип исследования	Число больных	Длительность наблюдения	Лечебный физический фактор	Группа наблюдения/сравнения	Показатели, характеризующие эффект терапии
L. Lagun [21]	СО 8 РКИ	1518		Аэробные ФУ	Ходьба/плавание/езда на велосипеде	Аэробные ФУ улучшили физическое функционирование, качество сна и самооценку общего состояния здоровья у 40% пациентов (группа сравнения — 22%)
M. Meeus [22]	СО 3 РКИ	88		Курортная терапия	Релаксационная терапия	Выявлено преимущество мультимодального подхода перед релаксационной терапией
D. Vos-Vromans [23]	РКИ	114	1 год	Неинвазивная вентиляция легких (НВЛ)	Когнитивно-поведенческая терапия (КПТ)	НВЛ была значительно более эффективна, чем КПТ, в снижении утомления (SMD -3,02, 95% ДИ от -8,07 до 2,03, $p=0,24$ ) через 26 нед и через 52 нед (SMD -5,69, 95% ДИ от -10,62 до -0,76, $p=0,02$ ). Выявлено улучшение КЖ в обеих группах пациентов
S. Broadbent [24]	РКИ	11		Гидротерапия	Контроль	Расстояние ТШХ увеличилось на 60,8 м ( $p=0,006$ ), сила захвата левой руки — на 6 кг ( $p=0,038$ ), тест Sit-Reach — на 4,0 см ( $p=0,017$ ), гибкость правого плеча — на 2,9 см ( $p=0,026$ ), число баллов по шкале FASIT — -8,2 ( $p=0,041$ ), насыщение кислородом через 2 мин и снижение RPE через 4 мин. Ежедневный отдых и ФУ во время исследования значительно увеличились сразу после процедуры и через 24 ч после, усталость значительно снизилась

Примечание. ДУ — дыхательные упражнения; КЖ — качество жизни; МА — метаанализ; РКИ — рандомизированное клиническое исследование; СО — систематический обзор; ТШХ — тест с шестиминутной ходьбой; ФУ — физические упражнения; 95% ДИ — 95% доверительный интервал (величина эффекта); MD — разница в средних значениях (медиана различий); OR — отношение шансов; SMD — стандартизированная средняя разница; REF — пиковая скорость выдоха.

Note. ДУ — дыхательные упражнения; КЖ — качество жизни; МА — метаанализ; РКИ — рандомизированное клиническое исследование; СО — систематический обзор; ТШХ — тест с шестиминутной ходьбой; ФУ — физические упражнения; 95% ДИ — 95% доверительный интервал (величина эффекта); MD — разница в средних значениях (медиана различий); OR — отношение шансов; SMD — стандартизированная средняя разница; REF — пиковая скорость выдоха.

Таблица 2. Доказательства эффективности реабилитационных технологий у больных с пневмониями, ассоциированными с новой коронавирусной инфекцией COVID-19  
 Table 2. Evidence of effectiveness of rehabilitation technologies in patients with pneumonia associated with a new coronavirus infection COVID-19

Автор	Тип исследования	Число больных	Длительность наблюдения	Лечебный физический фактор	Группа наблюдения/сравнения	Показатели, характеризующие эффект терапии
K. Liu, et al. [25]	РКИ	72	6 нед	Дыхательные упражнения, диафрагмальное дыхание, ФУ на растяжку, ФУ	Контроль	В группе вмешательства выявлены значительные различия с группой контроля по уровню $ОФВ_1(L)$ , величине принудительной жизненной емкости легких (FVC(L)), отношению (FEV1/FVC%), количеству $CO_2$ , который проходит через альвеолярную капиллярную мембрану (DLCO <sub>5%</sub> ), тесту с 6-минутной ходьбой, качеству жизни по опроснику SF-36, уровнем тревожности по шкалам SAS и SDS. Выявлено улучшение дыхательной функции, качества жизни и тревожности у пожилых пациентов с COVID-19

**Таблица 3. Перспективные реабилитационные технологии у больных с пневмонией, ассоциированной с новой коронавирусной инфекцией COVID-19**

**Table 3. Promising rehabilitation technologies in patients with pneumonia associated with the new COVID-19 coronavirus infection**

Основные технологии Basic	Дополнительные технологии Additional	Вспомогательные технологии Auxiliary
Физические упражнения (1, A) Physical exercises (1, A)	CPAP-терапия (2, B) CPAP therapy (2, B)	Лечебный массаж (3, B) Therapeutic massage (3, B)
Дыхательная гимнастика (1, A) Breathing exercises (1, A)	Неинвазивная вентиляция легких (2, B) Non-invasive ventilation light (2, B)	Низкочастотная магнитотерапия (3, B) Low-frequency magnetic therapy (3, B)
Мультимодальный подход (курортная терапия) (1, A) Multi-modal approach (Spa therapy) (1,A)		Вибротерапия (1, B) Vibrotherapy (1, B)
Гидротерапия (1, A) Hydrotherapy (1, A)		Осцилляторная модуляция дыхания (3, B) Oscillatory modulation of respiration (3, B)

*Примечание.* Цифра в скобках — уровень убедительности доказательств; буква — уровень убедительности рекомендаций.

*Note.* The number in parentheses — the level of evidence credibility; letter — level of recommendation's credibility.

**Таблица 4. Перечень рекомендуемых услуг для медицинской реабилитации пациентов с пневмониями, ассоциированными с новой коронавирусной инфекцией COVID-19**

**Table 4. List of recommended services for medical rehabilitation of patients with pneumonia associated with new coronavirus infection COVID-19**

Код	Наименование	Частота предоставления
A19.09.001	Лечебная физкультура при заболеваниях бронхолегочной системы	1
A19.09.001.013	Лечебная физкультура с использованием аппаратов и тренажеров при заболеваниях бронхолегочной системы	1
A20.30.013	Терренкур	1
A 20.09.002	Оксигенотерапия при заболеваниях легких	0,3
A20.30.019	Аэровоздействие	1
A20:30.012	Воздействие климатом	1
A20.30.006	Ванны лекарственные лечебные	0,3
A20.30.001	Ванны минеральные лечебные	0,3
A20.30.04	Ванны газовые лечебные	0,3
A21:09.002	Массаж при хронических заболеваниях легких	1
A17.30.031	Воздействие магнитными полями при болезнях органов дыхания	0,2
A22.30.006	Вибрационное воздействие	0,3

ных эффектов физических и дыхательных упражнений у больных с пневмониями, ассоциированными с новой коронавирусной инфекцией COVID-19 [28—31].

В ходе наукометрического исследования была сформирована таблица доказательств, что составляет необходимый этап дальнейшего формирования рекомендаций по медицинской реабилитации пациентов с пневмониями, ассоциированными с новой коронавирусной инфекцией COVID-19. На основе анализа СО и РКИ был определен рекомендованный профиль применения физических методов лечения у больных с пневмониями, ассоциированными с новой коронавирусной инфекцией COVID-19 (табл. 3), который будет способствовать использованию наиболее современных технологий с доказанной эффективностью.

Полученные данные являются основой для разработки клинических рекомендаций по медицинской реабилитации пациентов с пневмониями, ассоциированными с новой коронавирусной инфекцией COVID-19 (код U 07.1; J12-J18 по МКБ-10), которая может быть эффективно реализована на II—III этапах медицинской реабилитации в реабилитационных стационарах и санаторно-курортных организа-

циях в соответствии с приказами Минздрава России от 27.12.12 №1705 и от 05.05.16 №279н.

**Целью медицинской реабилитации является улучшение клинической картины заболевания, в том числе уменьшение проявлений дыхательной недостаточности, астенического состояния и повышение уровня иммунитета, нарушенных вследствие перенесенной новой коронавирусной инфекции COVID-19. Перечень медицинских услуг, включенных в программу медицинской реабилитации в соответствии с приказом Минздрава России от 13.10.17 №804н, представлен в табл. 4.**

#### Перспективные технологии

Установлено, что пневмонии, ассоциированные с новой коронавирусной инфекцией COVID-19, имеют свои морфофункциональные особенности [1]. Показано, что вирусная «атака» на легочную ткань вызывает разрушение альвеолярно-капиллярных мембран с необратимыми нарушениями газотранспортной функции органов дыхания и нарастающей гемической гипоксией — «химический пневмонит». Вследствие последнего у больного развивается пневмония

с риском респираторного дистресс-синдрома («шоковое легкое») [32]. В связи с этим перспективными для купирования данного феномена могут стать методы, обеспечивающие облегченную доставку кислорода в альвеолы, восстанавливающие сурфактантный слой и препятствующие спадению альвеол. К наиболее перспективным из них можно отнести методы оксигенотерапии и терапии оксидом азота [33, 34].

Терапия экзогенным оксидом азота (*NO-терапия*) — метод лечебного применения экзогенного газообразного оксида азота [33, 34]. Молекула оксида азота является короткоживущим соединением (срок жизни молекулы составляет примерно 10 с). В организме человека оксид азота синтезируется в результате расщепления L-аргинина ферментом NO-синтазой (NOS) в эндотелиальных и нервных клетках, в макрофагах. Однако механизмы воздействия и биологическое значение молекулы оксида азота еще недостаточно изучены. Используемый в данном методе экзогенный газообразный оксид азота получен плазмохимическим способом из кислорода и азота атмосферного воздуха в соответствии с обратимой химической реакцией:  $N_2 + O_2 = 2NO - 180,9 \text{ кДж}$  оксида азота.

Газообразный оксид азота, воздействуя на патологически измененные участки кожных покровов пациента, вызывает гибель микроорганизмов, активацию протеолитических ферментов макрофагов, усиливает синтез в макрофагах и моноцитах эндогенного NO, тем самым повышает их микробную биоцидность. В результате воздействия экзогенного газообразного оксида азота происходит стимуляция микроциркуляторного кровообращения и системы капиллярного кровотока в области трофических нарушений.

Под воздействием экзогенного газообразного оксида азота увеличивается количество синтезируемого в эндотелиальных клетках NO, являющегося вазодилататором и антиагрегантом тромбоцитов и эритроцитов и ингибитором тромбообразования. Усиливающийся синтез NO в клетках нервной системы выступает в качестве медиатора межнейронных коммуникаций, синаптической пластичности и памяти, а также медиатора, обуславливающего релаксацию гладкомышечных клеток.

Вдыхание оксида азота приводит к снижению тонуса гладкой мускулатуры бронхов, активации клеточного фагоцитоза и иммунитета, вызывает активацию апоптоза аномальных и стареющих клеток мерцательного эпителия и торможение активности ферментов антиоксидантной системы, что приводит к активации системы перекисного окисления липидов (ПОЛ).

Таким образом, метод обладает иммуностимулирующим, репаративно-регенеративным и противовоспалительным лечебными эффектами [34].

Оксигенотерапия — лечебное применение газовых смесей с повышенным содержанием кислорода и гелия. Повышение содержания гелия в кисло-

родной среде до 80% снижает плотность вдыхаемой газовой смеси с 1,29 до 0,43 г·л<sup>-1</sup>. Вследствие квадратической зависимости неэластического (динамического) сопротивления внешнего дыхания от скорости турбулентного потока (закон Рорера) снижение плотности газовой смеси приводит к значительному уменьшению аэродинамического сопротивления дыханию, увеличению конвективного переноса газов в бронхах и бронхиолах, коллатеральной вентиляции альвеол и снижению градиента давлений атмосферного и альвеолярного воздуха. Таким образом, гелий снижает сопротивление не ламинарного, а турбулентного потока газов преимущественно в дыхательных путях. В результате необходимое усилие дыхательных мышц уменьшается втрое, дыхание становится редким и глубоким, увеличивается объем сформированного выдоха и жизненная емкость легких.

Нарастание  $pO_2$  усиливает альвеолокапиллярную диффузию  $O_2$  и  $CO_2$ . Повышенное выведение эндогенного диоксида углерода из альвеол приводит к рефлекторному угнетению инспираторной зоны дыхательного центра и каротидных хеморецепторов. В силу более высокой диффузионной способности гелия он быстрее проникает по альвеолярным коллатералям в плохо вентилируемые пространства легких и из-за малой растворимости в крови остается в них, препятствуя развитию ателектазов. Кроме того, отмечено улучшение транспорта кислорода к альвеолярно-капиллярной мембране.

В результате возникающей гипероксии происходит перераспределение крови — спазм периферических сосудов и увеличение кровенаполнения внутренних органов. Нарастание альвеолярной вентиляции (до 7 л·мин<sup>-1</sup>) и содержания кислорода наряду с увеличением альвеолярного кровотока сопровождается усилением метаболизма легочной ткани, происходит активация клеточного иммуногенеза и микросомальных детоксикационных систем. Развивающийся гипоксический газовый ацидоз тормозит выделение гормонов в кровь, что позволяет купировать спазм бронхов, препятствует спадению альвеол, обладает бронхолитическим, антигипоксическим, метаболическим и вазоактивным лечебными эффектами [35].

#### **Телекоммуникационные технологии, программы телереабилитации**

Последние достижения по использованию программ реабилитации с дистанционно доставляемыми технологиями могут расширить охват реабилитационной помощью [36]. Проблемы с интенсивностью, приверженностью и безопасностью домашних программ реабилитации больных с пульмонологическими заболеваниями были исследованы в недавних клинических испытаниях, в настоящее время проводятся еще более масштабные исследования по их распространению и внедрению [37]. В условиях пандемии COVID-19 исследователи разных стран настоя-

тельно рекомендуют использовать телеконсультации и телереабилитационные технологии [6, 36]. Кроме того, дистанционное проведение программ реабилитации и программ по повышению физической активности является «идеальной» моделью для поддержки населения в этот период социального дистанцирования и изоляции, особенно для наиболее уязвимых групп населения.

В качестве перспективных могут быть рассмотрены и другие методы, которые нуждаются в строгом научном анализе.

## Заключение

В настоящей статье представлены физические методы и упражнения, составляющие основу программ медицинской реабилитации больных с пневмониями, ассоциированными с новой коронавирусной инфекцией COVID-19. Они являются дополнительным компонентом потенцирования базисной лекарственной терапии и могут быть эффективны на II и III этапах медицинской реабилитации при отсутствии противопоказаний к использованию данных методов и технологий в соответствии с клиническими рекомендациями и стандартами медицинской помощи по данным заболеваниям [38]. Критерием эффективности медицинской реабилитации таких пациентов является

восстановление функции внешнего дыхания, психоэмоционального и иммунного статуса пациентов.

Своевременная и адекватная специализированная помощь по медицинской реабилитации может иметь решающее значение для сохранения здоровья, снижения инвалидности и смертности больных с пневмониями, ассоциированными с новой коронавирусной инфекцией COVID-19.

В связи с этим целесообразно рассмотреть возможность использования санаторно-курортных учреждений страны, перевода пациентов с COVID-19 на II этап медицинской реабилитации в местные санатории, что позволит разгрузить специализированные отделения стационаров, а после стабилизации состояния при необходимости — на климатолечебные курорты для проведения III этапа медицинской реабилитации; сконцентрировать усилия на проактивном восстановлении здоровья населения страны, активнее используя телекоммуникационные технологии, программы телереабилитации, которые могут помочь большему числу пациентов, в том числе с привлечением возможностей специализированных телемедицинских центров, открытых в период пандемии COVID-19.

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.**

**The authors declare no conflicts of interest.**

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Минздрав России. Временные методические рекомендации: Версия 6. 24.04.2020. М. 2020. Profilaktika, diagnostika i lechenie novoy koronavirusnoy infektsii (COVID-19). Ministry of Health of Russia. Temporary guidelines: Version 6; 24.04.2020. M. 2020. (In Russian).
2. Wu YC, Chen CS, Chan YJ. The outbreak of COVID-19: an overview. *J Chin Med Assoc.* 2020;83(3):217–220. <https://doi.org/10.1097/JCMA.0000000000000270>
3. Пульмонология [Электронный ресурс]. Национальное руководство. Краткое издание. Под ред. Чучалина А.Г. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2016. Pulmonology [Electronic resource]: *National leadership. Brief Edition.* Ed. Chuchalina AG. M.: GEOTAR-Media; 2016. (In Russian).
4. Респираторная медицина. Руководство: в 3 т. Под ред. Чучалина А.Г. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Литтерра; 2017. *Respiratornaya meditsina. Rukovodstvo: v 3 t.* Ed. Chuchalina A.G. 2-e izd., pererab. i dop. M.: Litterra; 2017. (In Russian).
5. Force ADT, Ranieri VM, Rubenfeld GD, et al. Acute respiratory distress syndrome: the Berlin definition. *JAMA.* 2012;30:2526–2533. <https://doi.org/10.1001/jama.2012.5669>
6. Johansson MA, Saderi D. Open peer-review platform for COVID-19 preprints. *Nature.* 2020;579(7797):29. <https://doi.org/10.1038/d41586-020-00613-4>
7. Rodriguez-Morales AJ, Cardona-Ospina JA, Gutierrez-Ocampo E, et al. Clinical, laboratory and imaging features of COVID-19: A systematic review and meta-analysis. *Travel Med Infect Dis.* 2020;101623. <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2020.101623>
8. Учебник по восстановительной медицине. Под ред. Раумова А.Н. М. 2009. *Uchebnik po vosstanovitel'noy meditsine.* Ed. Raumov A.N. M. 2009. (In Russian).
9. Избранные лекции по медицинской реабилитации. Тамбов. 2016. *Izbrannyye lektzii po meditsinskoy rehabilitatsii.* Tambov. 2016. (In Russian).
10. Carda S, Invernizzi M, Bavikatte G, et al. The role of physical and rehabilitation medicine in the COVID-19 pandemic. *The clinician's view, Annals of Physical and Rehabilitation Medicine.* 2020. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2020.04.001>
11. Larsen T, Lee A, Brooks D, et al. Effect of early mobility as a physiotherapy treatment for pneumonia: a systematic review and meta-analysis. *Physiotherapy Canada. Physiother Can.* 2019;71(1):82–89. <https://doi.org/10.3138/ptc.2017-51.ep>
12. Jose A, dal Corso S. Inpatient rehabilitation improves functional capacity, peripheral muscle strength and quality of life in patients with community-acquired pneumonia: a randomised trial. *Journal Physiother.* 2016;62(2):96–102. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2016.02.014>
13. Yang M, Yan Y, Yin X, et al. Chest physiotherapy for pneumonia in adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2010;2:CD006338. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006338.pub3>
14. Hulzebos E, Smit Y, Helders P, et al. Preoperative physical therapy for elective cardiac surgery patients: a randomized controlled trial. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2012;11:CD010118. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010118.pub2>
15. Thybo Karanfil EO, Møller AM. Preoperative inspiratory muscle training prevents pulmonary complications after cardiac surgery — a systematic review. *Danish Med J.* 2018;65(3): A5450.
16. Katsura M, Kuriyama A, Takeshima T, et al. Preoperative inspiratory muscle training for postoperative pulmonary complications in adults undergoing cardiac and major abdominal surgery: a randomized controlled trial. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2015;10:CD010356. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010356.pub2>
17. Zeng H, Zhang Z, Gong Y, et al. Effect of chest physiotherapy in patients undergoing mechanical ventilation: a prospective randomized controlled trial. *Zhonghua wei Zhong Bing ji jiu yi xue.* 2017;29(5):403–406. <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2017.05.004>

18. Cosentini R, Brambilla A, Aliberti S, et al. Helmet continuous positive airway pressure versus oxygen therapy to improve oxygenation in community-acquired pneumonia: a randomized, controlled trial. *Chest*. 2010;138(1):114-120. <https://doi.org/10.1007/s00134-014-3325-5>
19. Pozuelo-Carrascosa DP, Torres-Costoso A, Alvarez-Bueno C, et al. Multimodality respiratory physiotherapy reduces mortality but may not prevent ventilator-associated pneumonia or reduce length of stay in the intensive care unit: a systematic review. *Journal Physiother*. 2018;64(4):222-228. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2018.08.005>
20. Larun L, Brurberg KG, Odgaard-Jensen J, et al. Exercise therapy for chronic fatigue syndrome. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015;2:CD003200. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003200.pub3>
21. Larun L, Odgaard-Jensen J, Price JR, et al. An abridged version of the Cochrane review of exercise therapy for chronic fatigue syndrome. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2016;52(2):244-252.
22. Meeus M, Nijs J, Vanderheiden T, et al. The effect of relaxation therapy on autonomic functioning, symptoms and daily functioning, in patients with chronic fatigue syndrome or fibromyalgia: a systematic review [with consumer summary]. *Clinical Rehabilitation*. 2015;29(3):221-233. <https://doi.org/10.1177/0269215514542635>
23. Vos-Vromans DC, Smeets RJ, Huijnen IP, et al. Multidisciplinary rehabilitation treatment versus cognitive behavioural therapy for patients with chronic fatigue syndrome: a randomized controlled trial. *Journal of Internal Medicine*. 2016;279(3):268-282. <https://doi.org/10.1111/joim.12402>
24. Broadbent S, Coetzee S, Beavers R. Effects of a short-term aquatic exercise intervention on symptoms and exercise capacity in individuals with chronic fatigue syndrome/myalgic encephalomyelitis: A pilot study. *European Journal of Applied Physiology*. 2018;118(9):1801-1810. <https://doi.org/10.1007/s00421-018-3913-0>
25. Liu K, Zhang W, Yang Y, et al. Respiratory rehabilitation in elderly patients with COVID-19: a randomized controlled study. *Complementary Therapies in Clinical Practice*. 2020;39:101166. <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2020.101166>
26. Kjærgaard JL, Juhl CB, Lange P, et al. Early pulmonary rehabilitation after acute exacerbation of COPD: a randomised controlled trial. *ERJ Open Res*. 2020;6(1):00173-2019. <https://doi.org/10.1183/23120541.00173-2019>
27. Rysø CK, Godtfredsen NS, Kofod LM, et al. Lower mortality after early supervised pulmonary rehabilitation following COPD-exacerbations: a systematic review and meta-analysis. *BMC Pulm Med*. 2018;18(1):154. <https://doi.org/10.1186/s12890-018-0718-1>
28. Chinese Association of Rehabilitation Medicine; Respiratory rehabilitation committee of Chinese Association of Rehabilitation Medicine; Cardiopulmonary rehabilitation Group of Chinese Society of Physical Medicine and Rehabilitation. Recommendations for respiratory rehabilitation of COVID-19 in adult. Article in Chinese; Abstract available in Chinese from the publisher. *Zhonghua Jie He He Hu Xi Za Zhi*. 2020;27:3. <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn112147-20200228-00206>
29. Wytrychowski K, Hans-Wytrychowska A, Piesiak P, et al. Pulmonary rehabilitation in interstitial lung diseases: A review of the literature. *Adv Clin Exp Med*. 2020;29(2):257-264. <https://doi.org/10.17219/acem/115238>
30. Yang X, Yu Y, Xu J, et al. Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China: a single-centered, retrospective, observational study. *Lancet Respir Med*. 2020. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30079-5](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30079-5)
31. Zhu C, Wu Y, Liu H, et al. Early pulmonary rehabilitation for SARS-CoV-2 pneumonia: experience from an intensive care unit outside of the Hubei province in China. *Heart & Lung*. 2020;19:12. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2020.03.041>
32. Сборник методических рекомендаций, алгоритмов действий медицинских работников на различных этапах оказания помощи, чек-листов и типовых документов, разработанных на период наличия и угрозы дальнейшего распространения новой коронавирусной инфекции в Санкт-Петербурге. Версия 1,0 17.04.2020. СПб; 2020. *Sbornik metodicheskikh rekomendatsiy, algoritmov deystviy meditsinskikh rabotnikov na razlichnykh etapah okazaniya pomoshchi, chek-listov i tipovykh dokumentov, razrabotannykh na period nalichiya i ugrozy dalneyshego rasprostraneniya novoy koronavirusnoy infektsii v Sankt-Peterburge*. Versiya 1,0 17.04.2020. SPb. 2020. (In Russian).
33. Чучалин А.Г. Роль оксида азота в современной клинической практике. Научный доклад на V Всероссийском конгрессе «легочная гипертензия». Пульмонология. 2018;28(4):503-511. Chuchalin AG. Rol oksida azota v sovremennoy klinicheskoy praktike. Nauchnyy doklad na V Vserossiyskom kongresse «legochnaya gipertenziya». *Pulmonologiya*. 2018;28(4):503-511. (In Russian).
34. Пономаренко Г.Н. Основы физиотерапии. Учебник для студентов медицинских вузов. М.: Медицина; 2007. Ponomarenko GN. *Osnovy fizioterapii*. Uchebnik dlya studentov meditsinskih vuzov. M.: Medicine; 2007. (In Russian).
35. Боголюбов В.М., Пономаренко Г.Н. Общая физиотерапия. Учебник. М.: Медицина; 1999. Bogolubov VM, Ponomarenko GN. *Obschaya fizioterapiya*. Uchebnik. M.: Medicine; 1999. (In Russian).
36. Мишланов В.Ю., Чучалин А.Г., Черешнев В.А., Шубин И.В., Никитин А.Э. Новые технологии в реабилитации больных респираторными заболеваниями. Телемониторинг и телереабилитация. Практическая пульмонология. 2019;3:28-31. Mishlanov VYu, Chuchalin AG, Chereshev VA, Shubin IV, Nikitin AE. *Novyye tehnologii v reabilitatsii bolnykh respiratornymi zabolevaniyami. Telemonitoring i telereabilitatsiya. Prakticheskaya pulmonologiya*. 2019;3:28-31. (In Russian).
37. Richardson CR, Franklin B, Moy ML, et al. Advances in rehabilitation for chronic diseases: improving health outcomes and function. *BMJ*. 2019;365:12191. <https://doi.org/10.1136/bmj.12191>
38. Мухарьямов Ф.Ю., Сычева М.Г., Рассулова М.А., Разумов А.Н. Пульмонологическая реабилитация: современные программы и перспективы. Пульмонология. 2013;6:99-105. Muharlyamov FYu, Syicheva MG, Rassulova MA, Razumov AN. *Pulmonologicheskaya reabilitatsiya: sovremennyye programmy i perspektivy. Pulmonologiya*. 2013;6:99-105. (In Russian).

Поступила 26.04.20

Received 26.04.20

Принята к печати 27.04.20

Accepted 27.04.20

## Метрологическая оценка фазового усредненного кардиоцикла в решении задач восстановительной и спортивной медицины

© А.Г. ЛАСТОВЕЦКИЙ<sup>1</sup>, Е.Н. МИНИНА<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения» Минздрава России, Москва, Россия;

<sup>2</sup>Таврическая академия ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия

### Резюме

Электрокардиография является одним из ведущих и наиболее распространенных при первичной медико-социальной помощи методов инструментального исследования биоритмов сердца. Развитие информационных и цифровых технологий, робототехники в целях доклинической оценки и ранжирования состояния миокарда у разных категорий населения в превентивных целях позволило создать высокочувствительные методы регистрации и обработки биосигналов. Преобразование и отображение кардиосигнала на фазовой плоскости с получением фазового усредненного кардиоцикла является наглядным инструментальным методом исследования.

**Цель исследования** — определить возможность измерения биосигнала миокарда с использованием усредненного кардиоцикла одноканальной ЭКГ в фазовом пространстве.

**Материал и методы.** Регистрацию и анализ усредненного биосигнала, полученного преобразованием одноканальной ЭКГ в фазовом пространстве с учетом половозрастных особенностей проводили с применением программно-технического комплекса ФАЗАГРАФ, в котором реализована оригинальная информационная технология обработки электрокардиосигнала в фазовом пространстве с использованием идей компьютерной графики и методов автоматического распознавания образов. Аналитической оценке подвергнуты параметры фазового усредненного цикла: продолжительность и амплитудные характеристики зубцов *P*, *Q*, *R*, *S*, *T* (мс). Построение нелинейной математической модели осуществлено с помощью алгебраической модели конструктивной логики, основанной на логике предикатов, с последующей многофакторной оценкой влияния каждого фактора. Массив верифицированных данных представлен 58 016 значениями показателей сердечно-сосудистой системы у 1568 участников исследования в возрасте от 20 до 65 лет. Все обследуемые были разделены на две группы: 1-я группа — 1087 условно здоровых, 2-я группа — 471 пациент с верифицированным диагнозом с патологией сердечно-сосудистой системы. Информативность показателя *QTc* определена с использованием ROC-анализа. Возрастные особенности некоторых параметров фазового усредненного цикла были обследованы на когорте 218 условно здоровых школьников 6—17 лет Симферополя. Изучение адаптационных особенностей системы кровообращения осуществлено у 40 спортсменов 14—15 лет с различной профильной направленностью тренировочной деятельности, которая была распределена на 2 когорты. В 1-ю когорту вошли 20 борцов, 2-ю составили 20 футболистов. Гендерные особенности реакции на естественное ароматоздействие изучали у 30 условно здоровых молодых людей 17—18 лет (15 юношей и 15 девушек).

**Результаты и заключение.** Выявлены наиболее значимые параметры фазового усредненного кардиоцикла для оценки состояния и характеристики их значений. Полученные параметры фазового усредненного кардиоцикла с количественной оценкой диапазонов при значительном числе обследуемых использовались для решения превентивных (предсказательных) задач восстановительной и спортивной медицины.

**Ключевые слова:** доклиническая (превентивная) диагностика, биосигнал, профилактика.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Ластовецкий А.Г. — д.м.н., проф.; <https://orcid.org/0000-0002-9598-7212>; eLibrary SPIN: 5845-0762

Минина Е.Н. — к.б.н., доцент; <https://orcid.org/0000-0002-6692-5343>; eLibrary SPIN: 2562-6388

### АВТОР, ОТВЕТСТВЕННЫЙ ЗА ПЕРЕПИСКУ:

Минина Елена Николаевна — e-mail: [cere-el@yandex.ru](mailto:cere-el@yandex.ru)

### КАК ЦИТИРОВАТЬ:

Ластовецкий А.Г., Минина Е.Н. Метрологическая оценка фазового усредненного кардиоцикла в решении задач восстановительной и спортивной медицины. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2020;97(3):14–23. <https://doi.org/10.17116/kurort20209703114>

## Metrological assessment of the averaged phase cardiocycle in solving problems of rehabilitation and sports medicine

© A.P. LASTOVETSKY<sup>1</sup>, E.N. MININA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Central scientific research institute of health care organization and informatization, Moscow, Russia;

<sup>2</sup>Tavric academy, Crimea federal university named after V.I. Vernadsky, Simferopol, Republic of Crimea, Russia

**Abstract**

Electrocardiography is one of the leading and most common methods of instrumental research of heart biorhythms in primary medical and social care. The development of information and digital technologies, robotics for the purpose of preclinical assessment and ranking of myocardial status in different categories of the population for preventive purposes has allowed us to create highly sensitive methods for recording and processing biosignals. Converting and displaying a cardiosignal on the phase plane to obtain an averaged phase cardiocycle (APC) is a demonstrative instrumental method of research.

**Aim of study** — to determine the possibility of measuring the myocardial biosignal using the averaged cardiocycle of a single-channel ECG in the phase space.

**Materials and methods.** Registration and analysis of the averaged biosignal obtained by converting a single-channel ECG in phase space, taking into account age and gender characteristics, was carried out using the FAZAGRAF software and hardware complex, which implements the original information technology for processing an electrocardiogram in phase space using computer graphics ideas and automatic pattern recognition methods. The parameters of the phase averaged cycle were subject to an analytical assessment: duration and amplitude characteristics of the P, Q, R, S, T waves (ms). The construction of a nonlinear mathematical model is carried out using an algebraic model of constructive logic based on predicate logic, followed by a multivariate assessment of the influence of each factor. The massive of verified data is represented by 58 016 values of indicators of the cardiovascular system in 1568 study participants aged 20 to 65 years. All subjects were divided into 2 groups: group 1 — 1087 conditionally healthy patients, group 2 — 471 patients with a verified diagnosis of pathology of the cardiovascular system. The information content of the QTc indicator was determined using ROC analysis. The age-related features of some parameters of the averaged phase cycle were examined in a cohort of 218 conditionally healthy schoolchildren aged 6—17 in Simferopol. The study of the adaptive features of the circulatory system was carried out in 40 sportsmen aged 14—15 with different profile orientation of training activity, which was divided into 2 cohorts. The first cohort included 20 wrestlers, the second — amounted to 20 football players. The gender characteristics of the reaction to natural aroma effects were studied in 30 conditionally healthy young people aged 17—18 (15 boys and 15 girls).

**Results and conclusion.** The most significant parameters of the averaged phase cardiocycle for assessing the states and characteristics of their values were revealed. The obtained parameters of the averaged phase cardiocycle with a quantitative assessment of ranges with a significant number of subjects were used to solve preventive (predictive) problems of rehabilitation and sports medicine.

**Keywords:** *preclinic (preventive) diagnostics, biosignal, prevention.*

**INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:**

Lastovetsky A.G. — <https://orcid.org/0000-0002-9598-7212>; eLibrary SPIN: 5845-0762

Minina E.N. — <https://orcid.org/0000-0002-6692-5343>; eLibrary SPIN: 2562-6388

**CORRESPONDING AUTHOR:**

Minina E.N. — e-mail: [cere-el@yandex.ru](mailto:cere-el@yandex.ru)

**TO CITE THIS ARTICLE:**

Lastovetsky AG, Minina EN. Metrological assessment of the averaged phase cardiocycle in solving problems of rehabilitation and sports medicine. *Problems of balneology, physiotherapy, and exercise therapy*. 2020;97(3):14-23. (In Russian). <https://doi.org/10.17116/kurort20209703114>

Исследование доклинических форм нарушения сердечно-сосудистой системы является одним из важнейших приемов диагностики сердечной деятельности у лиц особых профессий. Анализ полученной информации позволяет провести системный мониторинг каждого человека (школьника, спортсмена, летчика и т.д.), который выполняет задания в условиях эмоциональной и физической нагрузки. Своевременное выявление доклинических изменений сердечной деятельности и коррекция функционального состояния на основе полученных данных снижают риск возникновения критических состояний и катастроф, обеспечивают превентивное лечение [1, 2].

Электрокардиография является одним из ведущих и наиболее распространенных методов инструментального исследования биоритмов сердца при первичной медико-санитарной помощи. Грубая шкала электрокардиографических исследований, применяемых в настоящее время (при чувствительности 10 мм/1 мВ), не позволяет обнаруживать ранние изменения и незначительные отклонения в функционировании сердца. Развитие информационных и циф-

ровых технологий, робототехники в целях доклинической оценки и ранжирования состояния миокарда у различных категорий населения в превентивных целях позволило создать высокочувствительные методы регистрации и обработки биосигналов [3—6]. Одним из таких методов является преобразование и отображение одноканальной электрокардиограммы (ЭКГ) на фазовой плоскости с получением фазового усредненного кардиоцикла (ФУК) [7].

Цель исследования — осуществить метрологическую оценку усредненного кардиоцикла (УК), полученного на основе преобразования одноканальной ЭКГ в фазовом пространстве.

## Материал и методы

### Дизайн исследования

Проведено многоцелевое стратифицированное когортное исследование, которое при построении математической модели позволило выявить значимые параметры УК. Кроме того, при моделировании условий на различных гендерных и возрастных группах

был осуществлен сравнительный и контролируемый анализ. Схема исследования представлена на **рис. 1**.

#### Критерии соответствия

Объектом исследования являлись 1826 участников — генеральная совокупность, представленная здоровыми и пациентами с верифицированной кардиологической патологией по критериям МКБ-10 по трехзначным и четырехзначным рубрикам, которым была осуществлена регистрация ФУК. Объектом изучения в различных выборках являлись физиологические показатели в виде амплитудных и временных параметров УК, выявленных в результате преобразования одноканальной ЭКГ в фазовом пространстве с формированием сопоставимых зубцов биосигнала миокарда.

Отбор здоровых исследуемых для измерения биосигнала при моделировании условий проводили на основании отсутствия соматических заболеваний, по результатам диспансерного наблюдения, отсутствия острых инфекционных заболеваний в течение 3 нед, предшествующих исследованию, а также при отсутствии жалоб на момент исследования и патологических изменений на ЭКГ покоя.

У всех обследуемых были нормальные массо-ростовые показатели, гармоничное или умеренно дисгармоничное физическое развитие (при использовании процентильных таблиц, что включает в себя возрастную и антропометрический межквартильный размах).

#### Условия проведения

Проведение обследований пациентов, спортсменов и школьников, а также контрольной группы выполнялись в светлый промежуток времени — с 11.00

до 13.00 часов при согласии пациентов, спортсменов и школьников, их родителей и законных представителей, а также по согласованию с администрацией учреждений. Базами исследований являлись: КРУ «Симферопольский гериатрический пансионат», КРУ «Клинический госпиталь инвалидов и ветеранов войны», КРУ «Крымский республиканский кардиологический диспансер» (Симферополь).

Организации, принявшие участие в исследовании для формирования базы данных УК, полученного в результате преобразования одноканальной ЭКГ в фазовом пространстве, соответствовали условно нормальному функционированию: Симферопольское моторвагонное депо, Таврический Национальный университет им. В.И. Вернадского, КРУ «Спортивно-физкультурный диспансер», Никитский ботанический сад — Национальный научный центр (Ялта), средние образовательные школы №17 и №1 (Симферополь).

#### Продолжительность исследования

Исследования осуществлены после сбора информированного согласия о проведении исследования и заключения этического комитета в период с 2014 по 2017 г. Исследования при моделировании условий по теме статьи проводили в марте—июне 2016 г. Анализ полученных данных и построение математической модели проводили в ноябре—декабре 2017 г.

#### Описание медицинского вмешательства

У пациентов собирали анамнез, проводили физикальное обследование, снимали одноканальную ЭКГ с использованием инновационной технологии компьютерной цифровой обработки кардиосигнала

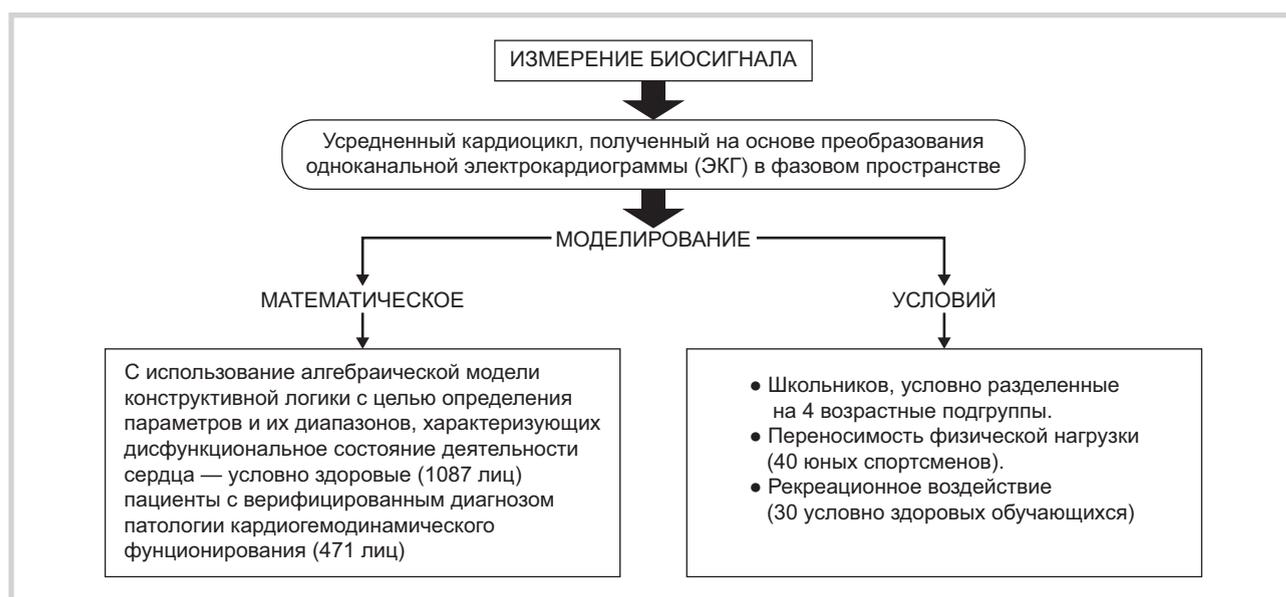


Рис. 1. Схема исследования.

Fig. 1. Study design.

в фазовой плоскости с получением ФУК. Регистрация биосигнала осуществлялась в покое с использованием графитовых пальцевых электродов.

У исследуемых спортсменов дополнительно проводилось снятие ЭКГ при выполнении нагрузки и в восстановительном периоде. С помощью велоэргометра моделировали ступенчато-возрастающую нагрузку мощностью 100 и 200 Вт, а также на 3-й и 5-й минутах восстановительного периода. Также у групп исследуемых регистрировали ЭКГ после естественного ароматического воздействия и физической нагрузки (ходьба в темпе 1 шаг в секунду) в условиях Ботанического сада Ялты (в период цветения роз) и на 5-й минуте восстановительного периода после ходьбы. В качестве контрольного воздействия применена аналогичная физическая нагрузка на контрольной группе в условиях города. Ходьба в условиях сада и города проводилась в одинаковых температурных и климатических условиях одновременно, в одном темпе в течение 40 мин.

#### *Основной исход исследования*

Анализировали параметры ФУК: продолжительность и амплитудные характеристики зубцов  $P$ ,  $Q$ ,  $R$ ,  $S$ ,  $T$  (мс), их интервалы и сегменты, скорректированный интервал  $QT$  рассчитывали с применением Framingham formula и Bazett's formula ( $QTc$ , с), а также определяли частоту сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин), индекс напряжения по А.Р. Баевскому (с его автоматическим расчетом — ИН, ед.) и коэффициент ваго-симпатического баланса по соотношению спектральных низкочастотных и высокочастотных показателей (LF/HF, ед.). По показателям воспроизводимости, специфичности и чувствительности была дана метрологическая оценка ФУК, полученного преобразованием биосигнала на фазовой плоскости.

#### *Анализ в подгруппах*

При построении математической модели массив верифицированных данных представлен 58 016 значениями показателей кардиогемодинамики 1568 обследованных (20—85 лет) из расчета 37 показателей на одного человека. Все исследуемые были разделены на две группы: 1-я группа — 1087 условно здоровых и группа 2-я — 471 пациент с верифицированным диагнозом патологии кардиогемодинамического функционирования лиц). Для выявления возрастных особенностей некоторых параметров фазового усредненного цикла были обследованы 218 условно здоровых школьников 6—17 лет средних образовательных школ №17 и №1 Симферополя. Также проведено обследование 40 спортсменов 14—15 лет с различной направленностью тренировочной деятельности в покое, при выполнении нагрузочного тестирования и в восстановительном периоде. В 1-ю группу вошли 20 борцов, во 2-ю — 20 футболистов. Исследование проводилось на базе Крымского высшего училища олимпийского резерва «Краснолесье».

Для определения гендерных особенностей реакции на естественное ароматическое воздействие в исследовании принимали участие 30 условно здоровых 17—18 лет (15 юношей и 15 девушек). Исследуемые показатели регистрировали в покое сидя до естественного ароматического воздействия и физической нагрузки в условиях Ботанического сада Ялты в период цветения роз и на 5-й минуте восстановительного периода после окончания процедуры. В качестве контрольного воздействия выступала однотипная физическая нагрузка соответствующей однородной группы такого же состава в условиях города. Ходьба в условиях парка и города проводилась в одинаковых температурных и климатических условиях одновременно, в одном темпе в течение 40 мин.

#### *Методы регистрации исходов*

Регистрацию и анализ усредненного биосигнала, полученного преобразованием одноканальной ЭКГ в фазовом пространстве, проводили с помощью программно-технического комплекса ФАЗАГРАФ, в котором реализована оригинальная информационная технология обработки электрокардиосигнала в фазовом пространстве с использованием идей когнитивной компьютерной графики и методов автоматического распознавания образов (рис. 2) [7]. Кроме того, была использована цифровая обработка полученных данных и метод визуализации на плоскости. Осуществлялась запись с целью учета фазовой графической иллюстрации (ФГИ) одноканальной ЭКГ.

Преимуществом примененного диагностического метода является его доступность, простота и быстрота регистрации показателей с помощью оригинального графитового сенсора с пальцевыми электродами. На одного пациента затрачивалось не более 2—3 мин для регистрации не менее 100 ФУК, а также не менее 500 кардиоциклов при анализе вариабельности сердечного ритма, что объясняется автономностью используемого аппарата от источника питания и возможностью снятия информации в любых условиях.

#### *Этическая экспертиза*

Протоколы исследований соответствовали стандартам надлежащей клинической практики (GCP), принципам Хельсинкской декларации и были одобрены Этическим комитетом Таврического Национального университета им. В.И. Вернадского» (протокол №1 от 15.01.14). До включения в исследование у всех участников и их представителей было получено письменное согласие.

#### *Статистический анализ*

Группы были представлены репрезентативными выборками с использованием критериев репрезентативности — ошибки репрезентативности, доверительных границ средних величин в генеральной совокупности, достоверности разности средних величин и достоверности различий сравниваемых групп. Ошибка

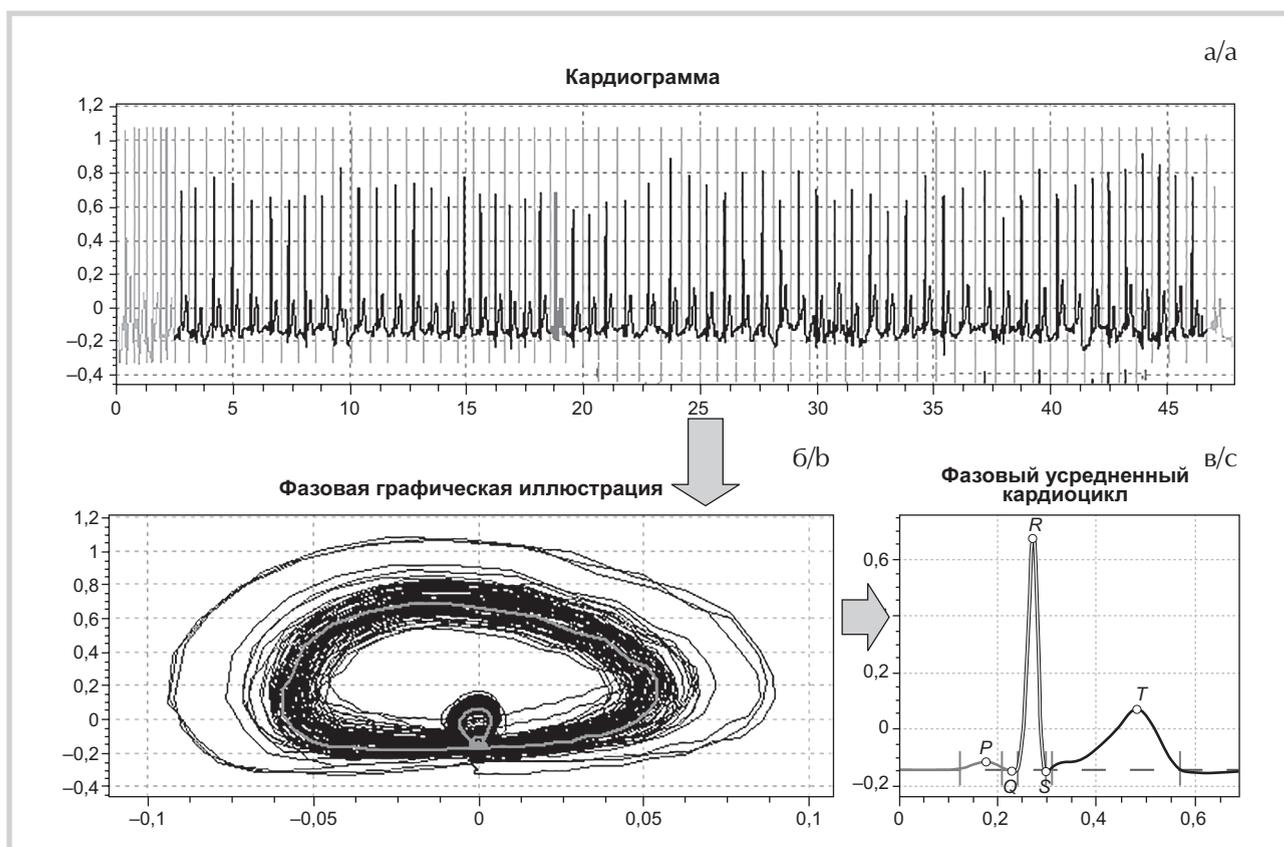


Рис. 2. Последовательность этапов обработки ЭКГ.

а — исходная ЭКГ; б — ее фазовая траектория (ФГИ); в — ФУК.

Fig. 2. ECG processing sequence.

a — initial ECG; б — its phase trajectory; в — APC.

средней не превышала 5%. Внутри каждой из выборок показатели имели нормальное распределение. Статистический анализ был осуществлен с применением описательной статистики и статистики вывода и проверки гипотез. Обработку полученных результатов исследований проводили с помощью программного пакета Statistica 6.0 («Stat Soft Inc.», США).

Оценки расхождения распределений признаков проводились с помощью критерия согласия Колмогорова—Смирнова. При условии нормального распределения применяли параметрический  $t$ -критерий Стьюдента. Достоверность различий между одноименными показателями в независимых выборках оценивали с помощью непараметрического  $U$ -критерия Манна—Уитни. Различия считали достоверными при  $p < 0,05$ . Для проведения корреляционного анализа применяли критерий ранговой корреляции Спирмена.

Для многофакторного анализа и сравнения параметров ФУК и достоверности их различий в группах условно здоровых и имеющих нарушение сердечной деятельности применяли математическое моделирование с использованием алгебраической модели конструктивной логики (АМКЛ), которая является в своей основе моделью интуитивистского исчисления пре-

дикатов. Этот подход отображает индуктивную часть мышления и формулирование сравнительно небольшого набора кратких выводов из массивов информации большой размерности [8, 9]. Особенность модели состоит в ее приспособленности к многофакторному исследованию динамики сложных объектов, зависящих от так называемых скрытых переменных. Программный интеллект алгебраической модели позволяет в определенной степени выявить ранее не учтенные факторы. Алгоритм используется в любых областях науки и практики для доказательства (или опровержения) ряда априорных предположений, например, в области доказательной медицины [8, 9].

Информативность (чувствительность и информативность) показателя  $QTc$  ФУК определяли с использованием ROC-анализа.

## Результаты

### Основные

При математическом моделировании информативным показателем определен интервал  $QT$  ФУК одноканальной ЭКГ. Интервал  $QT$  ЭКГ отражает суммарную продолжительность деполяризации и реполяризации

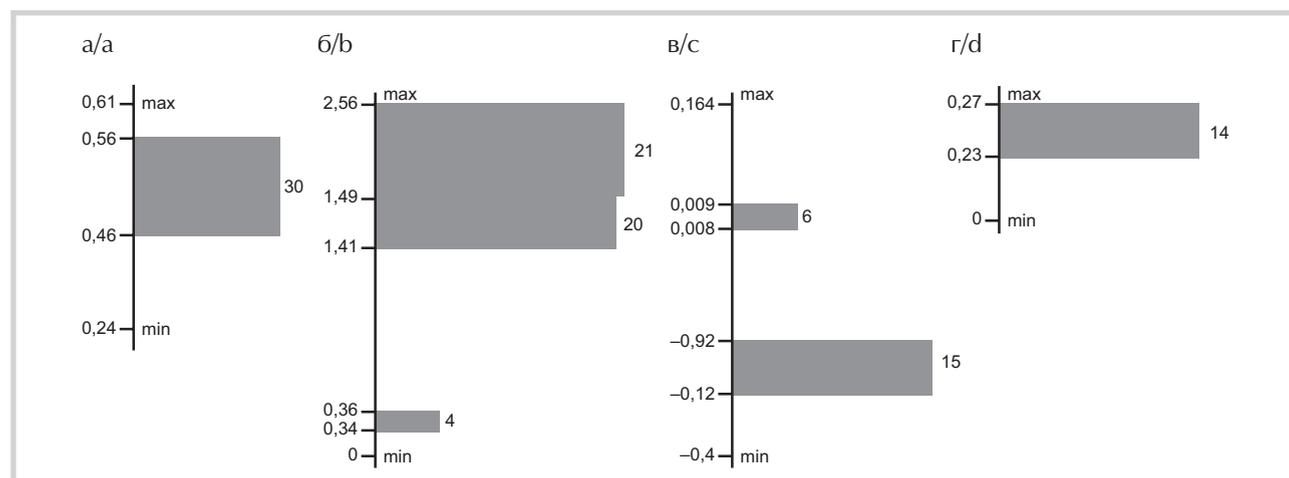
кардиомиоцитов желудочков. На **рис. 3, а** зоны, соответствующие дисфункциональному состоянию в модели, находятся в диапазоне 0,46—0,56 с. Очередной показатель, включенный в полученную математическую модель, — амплитуда зубца *R* ФУК. В норме на 12-канальной ЭКГ амплитуда *R* не превышает 2 мв и сильно варьирует в зависимости от отведения. Деполяризация желудочков, на ЭКГ отражаемая зубцом *R*, обычно начинается в середине левой части межжелудочковой перегородки и направляется вперед и слева направо. Оценивать амплитуду зубца *R* необходимо в нескольких отведениях. Математическая модель АМКЛ позволила уточнить репрезентативные значения зубца *R* ФУК при одноканальной ЭКГ с преобразованием в фазовой плоскости, характеризующие дисфункциональное состояние, в диапазоне *R* менее 0,36 мв и более 1,41 мв (**см. рис. 3, б**). Смещение сегмента *ST* рассматривают как результат расстройства возбуждения вследствие повреждения отдельных отделов миокарда. Диаграмма значений сегмента *ST*, полученная в результате АМКЛ-анализа, отражает значения, характерные для дисфункционального состояния (**см. рис. 3, в**). Интервал *PQ* также вошел в модель и имел высокую информативность. Как известно, интервал *PQ* — это расстояние (временной промежуток) от начала зубца *P* до начала зубца *Q* (или зубца *R*, если зубец *Q* отсутствует; тогда речь идет об интервале *PR*). Интервал *PQ* (*PR*) зависит от возраста; массы тела; частоты сердечного ритма. В норме интервал *PQ* составляет 0,12—0,18 (до 0,2) с. Для измерения интервала *PQ* выбирают то отведение, где хорошо выражены зубец *P* и комплекс *QRS*, например II стандартное отведение. Погрешности можно избежать, если проводить измерение на многоканальном электрокардиографе. Однако при применении АМКЛ-анализа в оценке ФУК при одноканальной ЭКГ с преобразованием в фазовой плоскости получены достоверные зна-

чения этого показателя, характеризующие дисфункциональное функционирование (**см. рис. 3, г**). Выявленный диапазон составил более 0,23 с.

#### Дополнительные

При определении возрастных особенностей у школьников 6—17 лет показатель ФУК *QT* достоверно различался во всех возрастных группах, кроме групп школьников 6 и 10 лет. Укорочение *QT* на фоне возрастного снижения ЧСС объяснялся оптимизацией скорости биосигнала и диастолической функции миокарда (**рис. 4**). Также был проведен анализ показателя *QTc* ФУК, который с высокой информативностью определял особенности развития сердечно-сосудистой системы, в том числе в условиях разнонаправленной тренировочной деятельности. Как известно, абсолютная продолжительность интервала *QT* у спортсменов вследствие брадикардии, формирования «рабочей» гипертрофии миокарда и в результате замедленной реполяризации выше, что обосновывает подсчет в таких группах лиц скорректированного интервала *QTc*. Информативность показателя *QTc* определяли с использованием ROC-анализа. Было выявлено, что при определении различий на уровне значения *QTc*=0,431 мс чувствительность составила 73% и специфичность 75% (**рис. 5, а**). Как видно, у футболистов при выполнении первой нагрузки мощностью 100 Вт при росте ЧСС на 40,5% ( $p<0,001$ ) (**табл. 1**) *QTc* оставался стабильным, что отражало независимое от ЧСС удлинение электрической систолы у спортсменов-футболистов, с большими аэробными возможностями (**см. рис. 5, б**).

На пике нагрузки 200 Вт было отмечено укорочение этого показателя относительно состояния покоя в среднем на 7,1% ( $p<0,05$ ). В восстановительном периоде не произошло возвращения этого показателя к исход-



**Рис. 3.** Графическое отображение математической модели диапазона интервала *QT* (а), амплитуды зубца *R* (б), смещения сегмента *ST* (в), интервала *PQ* (г) ФУК одноканальной ЭКГ, соответствующие дисфункциональному состоянию.

**Fig. 3.** Graphical representation of the mathematical model of the range of the *QT* interval (a), the amplitude of the *R* wave (б), the displacement of the *ST* segment (в), the interval *PQ* (г) APC of single-channel ECG, corresponding to a dysfunctional state.

ному состоянию, что являлось свидетельством скрытой дизадаптации при перетренированности и маркером кардиальной дисфункции, требующей дополнительного углубленного обследования с целью дальнейшей коррекции. В группе борцов укорочение  $QTc$  было зафиксировано при первой нагрузке 100 Вт в среднем на 6,5% ( $p < 0,01$ ), а при второй нагрузке наблюдалось удлинение  $QTc$  до значений  $0,464 \pm 0,019$  с при восстановлении к исходным значениям к 5-й минуте.

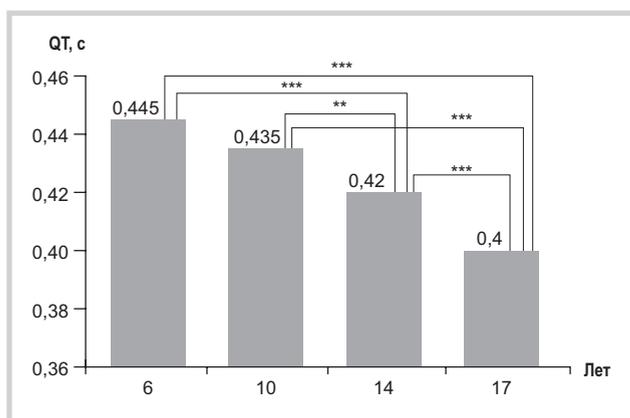


Рис. 4. Средние значения показателя QT ФУК в различных возрастных группах школьников.

Fig. 4. The average values of the QT indicator of APC in different age groups of schoolchildren.

Однако важно отметить, что у борцов стабилизация процессов реполяризации миокарда протекала на фоне напряжения регуляторных механизмов по показателю ИН, возросшему на порядок ( $p < 0,001$ ), что отражало преобладание центральных симпатических влияний. Отсутствие взаимосвязи между  $QTc$  и ИН свидетельствовало о включении различных контуров управления механизмами реполяризации в процессе адаптации к физической нагрузке.

При исследовании параметров ФУК после естественного аромавоздействия в группах юношей и девушек 17–18 лет изменения в последствии были выражены в разной степени (табл. 2).

Из табл. 2 следует, что при первичном исследовании достоверных различий между группами девушек и юношей выявлено не было. При этом после естественного аромавоздействия у девушек было зафиксировано увеличение амплитуд ФУК: зубца P на 62,5% ( $p < 0,01$ ), зубца R на 37,5% ( $p < 0,05$ ), зубца T — на 32,8% ( $p < 0,05$ ). У юношей изменения характеризовались только достоверным ростом амплитуды зубца R на 37,5% ( $p < 0,05$ ). Достоверных изменений в контрольной группе зарегистрировано не было.

#### Нежелательные явления

В ходе проведения исследования нежелательные явления отсутствовали. Родители или закон-

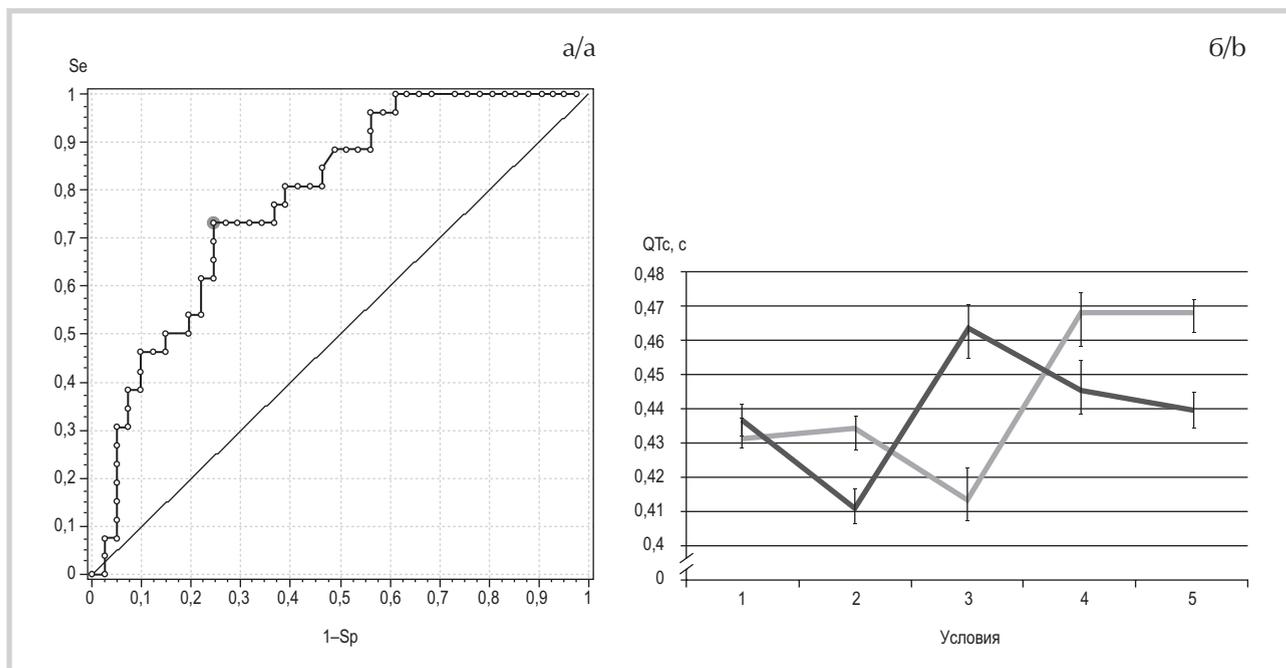


Рис. 5. Экспериментальная ROC-кривая, построенная по результатам анализа показателя  $QTc$  (а), динамика  $QTc$  в группах борцов (темная линия) и футболистов (светлая линия) при различных условиях (б).

1 — покой; 2 — 100 Вт; 3 — 200 Вт; 4 — 3-я минута восстановительного периода; 5 — 5-я минута восстановительного периода.

Fig. 5. Experimental ROC-curve, based on the analysis of  $QTc$  (a), the dynamics of  $QTc$  in the groups of wrestlers (dark line) and football players (light line) under various conditions (b).

1 — state of rest; 2 — 100 watt; 3 — 200 watt; 4 — 3rd minute of the recovery period; 5 — 5th minute of the recovery period.

**Таблица 1.** Показатели вариабельности сердечного ритма и симметрии зубца Т в группах борцов и футболистов при различных условиях ( $n=40$ ),  $S \pm SD$

**Table 1.** Heart rate variability and T wave symmetry in groups of wrestlers and football players under various conditions ( $n=40$ ),  $S \pm SD$

Условия Conditions	Группа Group	Показатель Indicator		
		ЧСС, уд/мин ЧСС, уд/мин	ИН, ед ИН, ед	LF/ LF/HF, ед HF, ед
Покой State of rest	Борцы Wrestlers	79,1±2,0	78,7±13,2	2,5±0,4
	Футболисты Football players	77,2±1,9	86,7±12,1	1,7±0,5*
100 Вт 100 watt	Борцы Wrestlers	121,3±2,5	186,7±19,6	2,7±0,5
	Футболисты Football players	114,7±2,3	154,5±16,5	2,8±0,4
200 Вт 200 watt	Борцы Wrestlers	167,7±4,5	386,1±65,2	3,7±0,5
	Футболисты Football players	160,1±3,2	192,5±28,9**	2,2±0,5**
РВП 3мин ERP 3min	Борцы Wrestlers	100,4±1,5	708,4±34,5	4,1±1,1
	Футболисты Football players	98,1±2,2	302,5±44,2***	2,7±0,5**
РВП 5 мин ERP 5 min	Борцы Wrestlers	80,2±1,5	455,6±19,8	3,1±0,7
	Футболисты Football players	81,1±1,7	155,2±5,9***	2,1±0,8*

*Примечание.* РВП — ранний восстановительный период; достоверность межгрупповых различий: \* —  $p < 0,05$ ; \*\* —  $p < 0,01$ ; \*\*\* —  $p < 0,001$ .  
*Note.* ERP — early recovery period; reliability of intergroup differences: \* —  $p < 0,05$ ; \*\* —  $p < 0,01$ ; \*\*\* —  $p < 0,001$ .

ные представители несовершеннолетних и других категорий добровольно участвовали в исследовании.

## Обсуждение

### *Резюме основного результата исследования*

Измерения биосигнала миокарда с использованием УК, полученного в результате цифрового преобразования одноканальной ЭКГ в фазовом пространстве, подтвердило достоверность метрологической оценки ФУК в решении превентивных задач восстановительной медицины. Полученные результаты преобразования ФУК свидетельствовали о выявлении адаптационных, возрастных и гендерных особенностей.

### *Обсуждение основного результата исследования*

Параметры ФУК, отражаемые на ЭКГ параллельно изолинии и характеризующие временные признаки с незначительными изменениями, соответствуют общепризнанным значениям нормы в ЭКГ-диагностике. Параметры ФУК, вертикальные к изолинии и отражающие амплитудные признаки, значительно отличаются от общепризнанных норм, проявляя новое интегральное качество ФУК. Выявленные количественные диапазоны значений могут использоваться для оценки сердечной деятельности. Динамика параметров ФУК характе-

ризовала скрытую дизадаптацию при увеличении внешней нагрузки у спортсменов и являлась маркером кардиальной дисфункции, требующей дополнительного углубленного обследования и дальнейшей коррекции. Полученные данные подтверждены методами математического анализа и экспериментальными исследованиями.

### *Ограничения исследования*

Результаты настоящего исследования при моделировании условий целесообразно уточнить на других возрастных группах.

## Заключение

Оценка ФУК одноканальной ЭКГ при решении задач восстановительной и спортивной медицины является универсальным методом доклинической диагностики нарушения сердечной деятельности у лиц особых профессий и спортсменов. Метод прост, удобен в обращении, экономически доступен и обладает автономными качественными характеристиками. Описательные параметры ФУК, определяемые на ЭКГ, характеризуют временные признаки с незначительными изменениями, соответствующими общепризнанным значениям нормы, и при расшифровке позволяют получать фазовый портрет на плоскости. Параметры ФУК отражают амплитудные признаки, значительно отличающиеся от об-

Таблица 2. Изменение параметров ФУК до и после воздействия в группах юношей и девушек 17—18 лет  
 Table 2. Change in the parameters of APC before and after exposure in groups of boys and girls aged 17—18

Показатель Indicators	Условия Conditions			
	девушки girls		юноши boys	
	до/before	после/after	до/before	после/after
Прод. P, мс Prol. P, ms	0,109±0,006	0,093±0,015	0,101±0,005	0,107±0,005
Прод. R, мс Prol. R, ms	0,045±0,007	0,046±0,046	0,051±0,004	0,052±0,005
Прод. T, мс Prol. T, ms	0,299±0,022	0,287±0,021	0,254±0,008	0,266±0,008
Ампл. P, мс Ampl. P, ms	0,040±0,003	0,065±0,010**	0,044±0,005	0,047±0,005
Ампл. Q, мс Ampl. Q, ms	-0,022±0,009	0,002±0,007	-0,027±0,001	-0,008±0,001
Ампл. R, мс Ampl. R, ms	0,424±0,053	0,583±0,048*	0,508±0,046	0,643±0,034*
Ампл. S, мс Ampl. S, ms	-0,181±0,037	-0,125±0,074	-0,096±0,043	-0,154±0,0,037
Ампл. T, мс Ampl. T, ms	0,192±0,026	0,255±0,028*	0,251±0,033	0,266±0,029

Примечание. Достоверность межгрупповых различий до и после воздействия: \* —  $p < 0,05$ ; \*\* —  $p < 0,01$ ; \*\*\* —  $p < 0,001$ .

Note. Reliability of intergroup differences before and after exposure: \* —  $p < 0.05$ ; \*\* —  $p < 0.01$ ; \*\*\* —  $p < 0.001$ .

щепризнанных норм, проявляя новое интегральное качество. Выявленные показатели ФУК и их диапазоны, соответствующие дисфункциональному состоянию:  $QT = 0,46-0,56$  с,  $R < 0,36$  мВ и  $> 1,41$  мВ,  $RQ > 0,23$  с, смещение  $ST > -0,92$  мВ и  $> 0,008$  мВ. Результаты исследования соотношения площадей зубцов  $P/R$  и  $Q/R$ , вошедшие в математическую модель, открывают новые перспективы для дальнейших исследований [10].

Таким образом, параметры УК, полученные в результате преобразования одноканальной ЭКГ в фазовом пространстве, несут самостоятельную значимость. Установлено, что показатель ФУК  $QT$  достоверно различался во всех возрастных группах, кроме групп школьников 6 и 10 лет. Динамика  $QTc$  отражала аэробную производительность и резервы адаптации у спортсменов с различной направленностью тренировочной деятельности. После естественного аромавоздействия у девушек было зафиксировано увеличение амплитуд ФУК: зубца  $P$  — на 62,5% ( $p < 0,01$ ), зубца  $R$  — на 37,5% ( $p < 0,05$ ), зубца  $T$  — на 32,8% ( $p < 0,05$ ). У юношей изменения характеризовались только достоверным ростом амплитуды зубца  $R$  на 37,5% ( $p < 0,05$ ).

Параметры ФУК могут являться количественной мерой биопотенциала в решении задач ранней диагностики и восстановительной медицины.

#### Дополнительная информация

**Источник финансирования.** Работа выполнена в рамках утвержденных научных направлений: «Педагогические технологии и физиологические механизмы реабилитации лиц с различным уровнем адаптационных резервов» (2011—2015 гг.) и «Диагностические, реабилитационные и оздоровительные технологии в адаптивной физической культуре и санаторно-курортном комплексе» (2016—2020 гг.). Исследование и публикация работы осуществлены на личные средства авторского коллектива.

**Участие авторов:** концепция исследования и редактирование — А.Г. Ластовецкий; дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста — Е.Н. Минина.

**Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.**

**The authors declare no conflict of interest.**

#### ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Разумов А.Н. Основы и пути формирования системы охраны здоровья здорового человека в Российской Федерации. *Актуальные вопросы восстановительной медицины*. 2004;2:4-11.

Razumov AN. Fundamentals and ways of forming a system for protecting the health of a healthy person in the Russian Federation. *Aktual'nye voprosy vosstanovitel'noj mediciny*. 2004;2:4-11. (In Russian).

2. Ластовецкий А.Г. Методические подходы к формированию индикаторов в здравоохранении. *Кремлевская медицина. Клинический вестник*. 2013;2:35-39.  
Lastoveckij AG. Methodological approaches to the formation of indicators in health care. *Kremlevskaya meditsina. Klinicheskiy vestnik*. 2013;2:35-39. (In Russian).
3. Логов А.Б., Замараев Р.Ю. Кардиодиагностика в информационно-фазовом пространстве. *Системный анализ и управление в биомедицинских системах*. 2015;14(1):117-121.  
Logov AB, Zamaraev RYu. The diagnosis in the information phase space. *Sistemnyy analiz i upravleniye v biomeditsinskikh sistemakh*. 2015;14(1):117-121. (In Russian).
4. Мезенцева Л.В., Чомахидзе П.Ш., Копылов Ф.Ю., Перцов С.С., Ластовецкий А.Г. Анализ переходов между линейными и нелинейными режимами кардиоритма у больных с ишемической болезнью сердца. *Патогенез*. 2017;15(1):54-58.  
Mezenceva LV, Chomahidze PSh, Kopylov FYu, Percov SS, Lastoveckij AG. Analysis of transitions between linear and nonlinear modes of the heart rate in patients with ischemic heart disease. *Patogenez*. 2017;15(1):54-58. (In Russian).
5. Минина Е.Н. Новый подход в изучении взаимосвязи функциональной подготовленности и электрогенеза у спортсменов с использованием эталонного кардиоцикла. *Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание*. 2014;1:1-8. Дата обращения: 03.07.2014.  
Minina EN. A new approach to study the relationship of functional training and electrogenesis in athletes using the reference cardiac cycle. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. Elektronnoye izdaniye*. 2014;1:1-8. (In Russian). <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/4931.pdf>
6. Минина Е.Н. Возможности оценки процессов реполяризации миокарда с использованием эталонного кардиоцикла. *Ученые записки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. Биология. Химия*. 2015;1(4):26-35.  
Minina EN. The assessment of repolarization of the myocardium using the reference cardiac cycle. *Uchenyye zapiski Krymskogo federalnogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Biologiya. Khimiya*. 2015;1(4):26-35. (In Russian).
7. Файнзилъберг Л.С. *Компьютерная диагностика по фазовому портрету электрокардиограммы*. Киев: Образование Украины; 2013.  
Fajnzil'berg LS. *Computer diagnostics on the phase portrait of the electrocardiogram*. Kiev: Obrazovaniye Ukrainy; 2013. (In Russian).
8. Хромушин В.А., Китанина К.Ю., Ластовецкий А.Г., Никитин С.В. Метод оценки смертности населения на примере Тульской области. *Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание*. 2017;1:1-1. Дата обращения: 15.07.17.  
Hromushin VA, Kitanina KYu, Lastoveckij AG, Nikitin SV. Method of population mortality estimation on the example of Tula region. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. Elektronnoye izdaniye*. 2017;1:1-1. (In Russian). <https://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/4710.pdf>
9. Хромушин В.А., Бучель В.Ф., Жеребцова В.А., Честнова Т.В. Программа построения алгебраических моделей конструктивной логики в биофизике, биологии и медицине. *Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание*. 2008;4:173-174.  
Hromushin VA, Buchel' VF, Zherebcova VA, Chestnova T.V. The program of algebraic models' construction of constructive logic in biophysics, biology and medicine. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. Elektronnoye izdaniye*. 2008;4:173-174. (In Russian).
10. Минина Е.Н., Ластовецкий А.Г. Особенности прогнозирования эффективности функционирования кардиогемодинамики с учетом линейных и хаотических режимов. *Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание*. 2018;2:1-1. Дата обращения: 02.03.18.  
Minina EN, Lastoveckij AG. Features of forecasting of efficiency of functioning of cardiohemodynamics taking into account linear and chaotic modes. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. Elektronnoye izdaniye*. 2018;2:1-1. (In Russian). <https://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2018-2/1-1.pdf>  
<https://doi.org/10.24411/2075-4094-2018-15994>

Получена 16.12.19

Received 16.12.19

Принята в печать 20.01.20

Accepted 20.01.20

Вопросы курортологии, физиотерапии  
и лечебной физической культуры,  
2020, Т. 97, №3, с. 24-30  
<https://doi.org/10.17116/kurort20209703124>

Problems of balneology, physiotherapy, and exercise therapy=  
Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoi fizicheskoi kultury  
2020, Vol. 97, no 3, pp. 24-30  
<https://doi.org/10.17116/kurort20209703124>

## Миофасциальный массаж лица как возможный метод коррекции психоэмоциональных состояний

© А.Д. ДУБИНСКАЯ, А.А. КУКШИНА, О.В. ЮРОВА, А.В. КОТЕЛЬНИКОВА, Е.Н. ГУЛАЕВ

ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины»  
Департамента здравоохранения Москвы, Москва, Россия

### Резюме

В работе освещены актуальные проблемы взаимосвязи между тонической активностью лицевых мышц и психоэмоциональными состояниями. Изучены частота и выраженность психоэмоциональных состояний и показателей тонической активности лицевых мышц у 67 практически здоровых женщин. Проанализированы известные на настоящий момент методы коррекции психоэмоциональных состояний, основанные на механизме обратной лицевой связи. Проведена оценка эффективности использования миофасциального массажа лица в качестве инструмента коррекции психологического статуса. Установлено влияние различных массажных методик, направленных на релаксацию лицевых мышц, на психоэмоциональное состояние в отдаленном периоде. Предложены наиболее эффективные инструменты коррекции мышечного тонуса для коррекции психоэмоциональных состояний.

**Ключевые слова:** психоэмоциональные состояния, стресс, тоническая активность лицевых мышц, обратная лицевая связь, эмоциональная проприоцепция, миофасциальный массаж.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Дубинская А.Д. — н.с.; <https://orcid.org/0000-0002-8587-2910>; eLibrary SPIN: 6836-2820

Кукшина А.А. — д.м.н., в.н.с. отд. медицинской реабилитации; <https://orcid.org/0000-0002-2290-3687>; eLibrary SPIN: 3167-5702

Юрова О.В. — д.м.н., проф., глав.н.с. отд. медицинской реабилитации; <https://orcid.org/0000-0001-7626-5521>; eLibrary SPIN: 262-802

Котельникова А.В. — к.психол.н., с.н.с. отд. медицинской реабилитации; <https://orcid.org/0000-0003-1584-4815>; eLibrary SPIN: 7493-6708

Гулаев Е.Н. — н.с.; <https://orcid.org/0000-0001-7626-5521>; eLibrary SPIN: 1042-1306

### АВТОР, ОТВЕТСТВЕННЫЙ ЗА ПЕРЕПИСКУ:

Дубинская Анастасия Дмитриевна — e-mail: [adubinskaya@mail.ru](mailto:adubinskaya@mail.ru)

### КАК ЦИТИРОВАТЬ:

Дубинская А.Д., Кукшина А.А., Юрова О.В., Котельникова А.В., Гулаев Е.Н. Миофасциальный массаж лица как возможный метод коррекции психоэмоциональных состояний. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2020;97(3):24-30. <https://doi.org/10.17116/kurort20209703124>

## Myofascial facial massage as a possible method of correction of psychoemotional states

© A.D. DUBINSKAYA, A.A. KUKSHINA, O.V. YUROVA, A.V. KOTELNIKOVA, E.N. GULAYEV

Moscow scientific and practical center of medical rehabilitation, rehabilitative and sport medicine, Moscow, Russia

### Abstract

The work highlights the current problems of the relationship between the tonic activity of facial muscles and psychoemotional states. The frequency and severity of psychoemotional conditions and indicators of tonic activity of the facial muscles in 67 healthy women were studied. The currently known methods for the correction of psycho-emotional states based on the feedback mechanism are analyzed. The effectiveness of use of myofascial face massage as an instrument for the correction of psychological status was assessed. The influence of various massage techniques aimed at relaxing facial muscles on the psychoemotional state in the long term has been proved. The most effective tools for correcting muscle tone for the correction of psychoemotional states are proposed.

**Keywords:** psychoemotional states, stress, tonic activity of facial muscles, facial feedback, emotional proprioception, myofascial massage.

### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Dubinskaya A.D. — <https://orcid.org/0000-0002-8587-2910>; eLibrary SPIN: 6836-2820

Kukshina A.A. — <https://orcid.org/0000-0002-2290-3687>; eLibrary SPIN: 3167-5702

Yurova O.V. — <https://orcid.org/0000-0001-7626-5521>; eLibrary SPIN: 262-802

Kotel'nikova A.V. — <https://orcid.org/0000-0003-1584-4815>; eLibrary SPIN: 7493-6708

Gulaev E.N. — <https://orcid.org/0000-0001-7626-5521>; eLibrary SPIN: 1042-1306

## CORRESPONDING AUTHOR:

Dubinskaya A.D. — e-mail: adubinskaya@mail.ru

## TO CITE THIS ARTICLE:

Dubinskaya AD, Kukshina AA, Yurova OV, Kotel'nikova AV, Gulaev EN. Myofascial facial massage as a possible method of correction of psychoemotional states. *Problems of balneology, physiotherapy, and exercise therapy*. 2020;97(3):24–30. (In Russian). <https://doi.org/10.17116/kurort20209703124>

## Введение

Проблема разноплановых соматических и психических реакций на стресс занимает одно из важных мест в современных фундаментальных и клинических исследованиях по неврологии, психологии и биологии. Несмотря на прилагаемые усилия, направленные на снижение психического напряжения у лиц различных социальных и нозологических групп, его уровень на протяжении последних десятилетий остается высоким [1, 2].

Одним из самых ярких маркеров переживаемого стресса является повышенная тоническая активность мышц, поскольку избыточное мышечное напряжение является рефлекторной защитной реакцией на психологический стресс [3]. Многими авторами отмечена высокая сопряженность невротических расстройств с функциональным состоянием лицевых мышц, причем наибольшую «эмоциональную детерминированность» при переживании отрицательного аффекта проявляют жевательные мышцы (*m. masseter*), круговые мышцы рта (*m. orbicularis oris*), мышца, опускающая угол рта (*m. depressor anguli oris*), и мышца, сморщивающая бровь (*m. corrugator supercilii*) [4–6].

Было установлено, что повышение биоэлектрической активности лицевой мускулатуры запускается со стороны лимбико-ретикулярного комплекса и реализуется через систему «лицевой — тройничный нервы» [7].

При этом длительное пребывание в состоянии хронического стресса или сниженного настроения приводит к физиологической кумуляции мышечного напряжения в лицевой мускулатуре, формированию укорочения и спазмов лицевых мышц [8].

Согласно гипотезе обратной связи (facial feedback hypothesis — FFH), лицевые мышцы в результате длительного напряжения становятся самостоятельной гиперактивной системой, которая не только поддерживает, но и усиливает негативные эмоциональные переживания [9]. Следовательно, помимо нисходящего влияния центральной нервной системы на состояние лицевой мускулатуры существует и восходящее действие — от лицевых мышц по афферентным каналам на эмоциональные центры головного мозга. Таким образом, негативные эмоциональные состояния и лицевые мышцы взаимно потенцируют

друг друга, формируя замкнутый круг переживаемых эмоций [10].

В настоящее время развивается современная научная концепция эмоциональной проприоцепции, согласно которой стойкая мышечная релаксация, разрывающая порочный круг между напряжением лицевых мышц и эмоциональными центрами головного мозга, может дать положительный психоэмоциональный эффект в коррекции депрессивных состояний [11].

В 2012—2014 гг. были проведены первые рандомизированные и контролируемые исследования с применением ботулотоксина типа А (БТА), которые показали, что однократная инъекция БТА в область мышцы сморщивающей бровь (*m. corrugator supercilii*) может привести к длительному облегчению симптомов депрессии, посттравматического стрессового расстройства — на срок от 3 до 6 мес [12, 13].

Исследования, проведенные с помощью магнитно-резонансной томографии в 2016 г., продемонстрировали, что инъекции БТА путем периферической денервации мускулатуры лица влияют на афферентные сигналы от лицевых мышц, воздействуя на участки головного мозга, связанные с обработкой эмоций [14]. При введении БТА в область переносицы у пациентов уменьшалась реакция миндалины на негативные стимулы. Когда БТА прекратил свое действие, активность миндалины возвращалась в исходное состояние, таким образом подтверждая, что БТА обратимо разрывает афферентную обратную связь от *m. corrugator supercilii* к миндалевидному телу. Авторы считают, что при денервации мышц, участвующих в негативном выражении лица (скорбь, грусть, печаль), прерываются «сигналы бедствия в мозг», что благоприятно влияет на настроение [11–14].

Однако появляется все больше доказательств того, что подобные методы лечения влияют на психологические реакции пациентов неоднозначно. Так, было установлено, что после инъекций ботулотоксина в *m. corrugator supercilii* пациенты столкнулись со сниженной эмоциональной реактивностью и снижением сексуальной функции, что связано с низкой активацией импульсов в миндалине головного мозга [15, 16].

Учитывая все вышесказанное, можно предположить, что существует более доступный метод решения

этой проблемы, который основывается на позитивном и безопасном эффекте обратной лицевой связи.

В настоящее время развиваются различные направления медицинского массажа лица, которые корректируют активность лицевой мускулатуры. Эти методики применяются, как правило, в связи с неврологическими дисфункциями для облегчения боли (парафункция жевательных мышц, миофасциальный болевой синдром лица, прозопалгия, тризм жевательных мышц, дисфункция височно-нижнечелюстного сустава), в то время как проблема повышенного тонуса лицевых мышц у здоровых лиц, испытывающих хронический стресс, выходит за рамки косметологической помощи. Часто лицевой мышечный гипертонус представляет собой диагностическую находку в процессе проведения косметологических, массажных или стоматологических процедур. В связи с этим можно предположить, что применение методик косметического и медицинского массажа, снижающих тонус лицевых мышц, может явиться эффективным психокоррекционным инструментом, разрывающим связь между мышечным напряжением и негативным эмоциональным состоянием пациента и позитивно воздействующим на психологический статус.

Цель исследования — оценить эффективность использования массажных методик, основанных на лицевой обратной связи, изучить возможность их применения в качестве инструмента коррекции психоэмоциональных состояний.

## Материал и методы

В исследовании приняли участие 67 женщин в возрасте от 30 до 50 лет (средний возраст  $41,5 \pm 6,7$  года), обратившихся за помощью в коррекции внешности. Все женщины прошли психологическое тестирование, по результатам которого методом случайных чисел были рандомизированы в три группы.

В 1-ю (контрольную) группу вошли 12 женщин (средний возраст  $40,5 \pm 6,5$  года), которые получили базовые рекомендации, включающие информацию о здоровом образе жизни, влиянии стресса на здоровье человека, общие рекомендации по соблюдению рационального питания, умеренных физических нагрузок, правильному режиму сна и отдыха, советы по очищению кожи, сведения о вредных позах и привычках, которые усиливают напряжение в лицевых и скелетных мышцах.

Во 2-й группе, в которую были включены 25 женщин (средний возраст  $40,8 \pm 6,9$  года), на фоне выполнения базовых рекомендаций проводили курс косметического массажа лица по методике В.И. Дубровского [17]. Каждой пациентке было проведено 10 процедур массажа длительностью 60 мин. Процедуры проводились 1 раз в неделю. Длительность коррекции составила 2,5 мес.

В 3-ю группу включили 30 женщин (средний возраст  $42,6 \pm 6,7$  года), которым на фоне выполнения базовых рекомендаций проводили курс миофасциального массажа лица, направленного на выявление и инактивацию лицевых мышечных гипертонусов. Использовались следующие приемы массажа: клещевая пальпация, щипковая пальпация, ишемическая компрессия, разминание. Массаж осуществляли в соответствии с программой патента №2705237 «Способ нейромышечной релаксации лицевых мышц». Всего было выполнено 10 процедур массажа длительностью 60 мин. Процедуры проводились 1 раз в неделю. Длительность коррекции составила 2,5 мес.

*Критерии включения:* женский пол, возраст от 30 до 50 лет, отсутствие противопоказаний для выполнения массажа.

*Критерии невключения:* перенесенные пластические операции, инъекции ботулотоксина и наличие препаратов объемной коррекции.

*Критерии исключения:* нарушение протокола проведения исследования.

Всем женщинам до и после курса коррекции проводилось психологическое, нейрофизиологическое обследование.

Психологическое исследование включало оценку наличия и степени субъективной выраженности депрессии по шкале Бека, измерение уровня ситуационной и личностной тревоги при помощи опросника Ч.Д. Спилбергера в модификации Ю.А. Ханина, а также исследование самооценки по визуальной аналоговой шкале (ВАШ) по подшкалам «Самочувствие», «Уверенность в себе» и «Оценка внешности».

Нейрофизиологическое исследование включало проведение интерференционной электромиографии (ЭМГ) на аппарате Нейро-МВП-Нейрософт. Оценивали степень биоэлектрической активности мышц, наиболее активно участвующих при проявлении негативных эмоциональных состояний, — мышцы, сморщивающей бровь (*m. corrugator supercilii*), жевательных мышц (*m. masseter*), опускающей угол рта (*m. depressor anguli oris*), носовой мышцы (*m. nasalis*).

Исследования проводили с двух сторон лица одновременно. Выполнялись две пробы — в состоянии покоя и максимального напряжения. При интерпретации результатов использовались нормативы интерференционной миографии J. Clam [18].

Анализ отдаленных результатов применяемых массажных методик в отношении психологических характеристик женщин проводился через 4 мес после окончания.

Статистическая обработка полученных данных осуществлялась с использованием лицензионного пакета статистических программ Statistica 10. Результаты представлены в виде среднего арифметического и стандартного отклонения ( $M \pm SD$ ). Статистически значимыми считались различия при  $p < 0,05$ .

## Результаты

Исходный анализ данных субъективной оценки депрессии по шкале Бека всех 65 женщин, участвующих в исследовании, показал, что у 55% из них отсутствовали какие-либо признаки депрессивной симптоматики. В то же время у 45% женщин были выявлены депрессивные расстройства различной степени выраженности: в 30% случаев — субдепрессия, в 6% — умеренный и 9% — выраженный уровень депрессии.

Анализ уровня ситуативной тревоги показал, что в 75% случаев отмечался низкий уровень ситуативной тревоги, который мог быть связан с положительными ожиданиями от предстоящих процедур. У 22,4% женщин средний балл соответствовал умеренному уровню тревоги, у 3% — низкому уровню.

Однако наряду с этим у 100% женщин был диагностирован умеренный и высокий уровень личностной тревоги.

Необходимо отметить, что высокая распространенность депрессивных и тревожных состояний у практически здоровых женщин стала результатом прицельного поиска этого исследования, в то время как женщины, обратившиеся за проведением косметологических, массажных или стоматологических процедур с эстетической целью обычно не предъявляют жалобы на плохое настроение или самочувствие.

Самооценка женщин по подшкалам «Оценка внешности», «Уверенность в себе», «Самочувствие» может быть охарактеризована как достаточно высокая. При этом, если анализировать имеющийся разброс данных, выраженный через соотношение минимальных и максимальных показателей, самую большую вариабельность дал показатель «Оценка внешности» — средний балл по ВАШ составил от 16 до 100, что вероятнее всего характеризует самооцен-

ку женщин как наиболее подверженную внешним влияниям и оценке окружающих.

По исходным данным ЭМГ было установлено существенное превышение нормативных показателей биоэлектрической активности всех лицевых мышц. Так, ЭМГ-показатели *m. masseter* с правой и левой стороны лица составили  $9,3 \pm 11,7$  и  $9,0 \pm 10,0$  мкВ, *m. corrugator supercilii* —  $7,9 \pm 7$ , и  $9,0 \pm 8,0$ , *m. depressor anguli oris* —  $11,1 \pm 7,1$  и  $11,2 \pm 7,3$ , *m. nasalis* —  $11,8 \pm 6,6$  и  $12,2 \pm 5,6$  мкВ соответственно.

Учитывая, что, по данным клинического руководства проведения интерференционной ЭМГ, нормальные значения не должны превышать 3 мкВ для жевательных мышц и 5 мкВ для мимических мышц, можно сделать вывод о превышении нормативных значений и исходно среднем и высоком уровне мышечного напряжения исследуемых мышц [18].

Таким образом, на основании полученных данных можно сделать вывод о том, что обследованная выборка женщин, претендующих на проведение эстетических процедур, характеризовалась наличием высокой биоэлектрической активности лицевых мышц, депрессивных расстройств той или иной степени выраженности практически у  $1/2$  (45%) из них, высоким и умеренным уровнем личностной тревоги (100%) и в подавляющем числе случаев (75%) низким уровнем ситуационной тревоги, по-видимому обусловленным положительным настроением и позитивными ожиданиями от предстоящих процедур.

### Оценка эффективности влияния различных методик на психоэмоциональное состояние женщин

При анализе динамики показателей субъективной выраженности депрессии было установлено, что после проведения исследования во всех группах наблюдалась достоверная положительная динамика раз-

Таблица 1. Показатели психологического статуса в группах (баллы,  $M \pm SD$ )

Table 1. Indicators of psychological status in groups (points,  $M \pm SD$ )

Показатель Indicator	1-я группа (контрольная) (n=12) 1st group (control) (n=12)		2-я группа (n=25) 2nd group (n=25)		3-я 3rd group (n=30) группа (n=30)	
	до/before	после/after	до/before	после/after	до/before	после/after
Депрессия Depression	$8,5 \pm 5,4^{**}$	$6,4 \pm 5,0^*$	$10,5 \pm 7,0$	$7,2 \pm 6,4^{**}$	$9,0 \pm 6,4$	$4,9 \pm 5,2^{**}, \#$
Ситуативная тревожность Situational anxiety	$21,3 \pm 8,3$	$22,2 \pm 8,8$	$25,0 \pm 10,4$	$21,2 \pm 11,4^*, \#$	$24,2 \pm 11,8$	$20,3 \pm 11,4^*$
Личностная тревожность Personal anxiety	$43,3 \pm 6,3$	$41,8 \pm 6,8$	$48,6 \pm 4,9$	$45,5 \pm 6,6$	$47,5 \pm 6,7$	$44,1 \pm 7,6^*, \#$
Самочувствие (ВАШ) State of health (VAS)	$80,8 \pm 14,5$	$77,0 \pm 17,6$	$72,7 \pm 17,3$	$77,4 \pm 15,4$	$72,5 \pm 21,7$	$82,6 \pm 13,1^{**}$
Оценка внешности (ВАШ) Appearance assessment (VAS)	$85,7 \pm 11,7^*$	$80,1 \pm 11,6^{**}$	$72,1 \pm 14,1$	$77,0 \pm 19,2^*$	$65,9 \pm 21,2$	$77,1 \pm 17,3^{**}, \#$
Уверенность в себе (ВАШ) Self confidence (VAS)	$82,9 \pm 14,1$	$81,0 \pm 11,5$	$71,1 \pm 20,1$	$75,6 \pm 19,3$	$68,3 \pm 23,2$	$77,6 \pm 19,1^{**}$

Примечание. \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$  — достоверность различий по отношению к исходным показателям; # $p < 0,05$  — достоверность различий по отношению к контрольной группе.

Note. \* $p < 0.05$ ; \*\* $p < 0.01$  — significance of differences with respect to baseline; # $p < 0.05$  — significance of differences in relation to the control group.

ной степени выраженности. При этом в контрольной группе снижение среднего балла депрессии составило 24,7%, во 2-й группе — 31,4%, в 3-й группе — 45,6%. Необходимо отдельно подчеркнуть, что у всех женщин 3-й группы с исходно высоким и средним уровнем выраженности депрессии после проведения курса миофасциального массажа отмечалось отсутствие депрессивной симптоматики (табл. 1).

Анализ данных ситуативной тревоги показал, что во всех группах, в которых применялось мануальное воздействие на лицевые мышцы с помощью массажа (2-я и 3-я группы), произошло достоверное снижение выраженности уровня ситуативной тревоги. В то же время снижение среднего балла ситуативной тревоги не играло существенной роли, поскольку исходные данные находились в пределах статистической нормы. В контрольной группе достоверной динамики по показателям ситуативной тревоги отмечено не было ( $p > 0,05$ ).

Оценивая динамику показателей личностной тревоги, необходимо отметить, что она существенно не менялась как в контрольной, так и во 2-й группе ( $p > 0,05$ ). В 3-й группе наблюдалось достоверное снижение показателей личностной тревоги с  $47,5 \pm 6,7$  до  $44,1 \pm 7,6$  балла ( $p < 0,05$ ), а после окончания курса процедур у женщин было зафиксировано отсутствие высокой степени выраженности личностной тревоги.

Анализ показателей самооценки по ВАШ выявил, что во всех группах, кроме контрольной, на фоне коррекции имела место существенная положительная динамика. Наибольшие положительные изменения были зарегистрированы в 3-й группе по всем исследуемым показателям — «Оценка внешности», «Самочувствие», «Уверенность в себе» ( $p < 0,01$ ), причем средние показатели по всем исследуемым подшкалам в этой группе были существенно выше, чем в группе контроля. При анализе динамики самооценки по ВАШ во 2-й группе отмечалось достоверное увеличение показателя «Оценка внешности» после окончания процедур. В контрольной группе, наоборот, наблюдалось существенное снижение показателей по шкале «Оценка внешности» ( $p < 0,05$ ). По шкалам «Самочувствие» и «Уверенность в себе» в контрольной группе достоверно значимых изменений отмечено не было.

Оценка динамики нейрофизиологических данных при проведении проб в состоянии покоя выявила наиболее выраженное снижение ЭМГ-показателей лицевых мышц в 3-й группе. Так, у женщин этой группы отмечалось достоверное снижение исходно повышенного тонуса *m. corrugator supercilii* с правой и левой стороны лица в среднем на 39%, *m. masseter* с правой стороны лица — на 53%, и *m. depressor anguli oris* — на 25% ( $p < 0,05$ ). Во 2-й группе отсутствовали достоверные изменения по сравнению с исходными значениями, что может свидетельствовать о недоста-

точной эффективности косметического массажа для снижения мышечного тонуса лицевых мышц. В контрольной группе, пациентки которой выполняли базовые рекомендации, был отмечен однонаправленный сдвиг в сторону повышения средней амплитуды биоэлектрической активности жевательных и мимических мышц с левой стороны. Так, наблюдалось повышение средней амплитуды биопотенциалов жевательной мышцы (*m. masseter*), мышцы, сморщивающей бровь (*m. corrugator supercilii*) и носовой мышцы (*m. nasalis*) ( $p < 0,05$ ).

Динамика нейрофизиологических показателей в различных группах при проведении проб в максимальном напряжении представлена в табл. 2. Анализ ЭМГ-данных выявил выраженное достоверное снижение функциональной активности жевательных и мимических мышц в группе миофасциального массажа (3-я группа). В контрольной группе (1-я группа) в состоянии произвольной активности было зарегистрировано статистически достоверное повышение функциональной активности *m. masseter* с правой и левой стороны в ( $p < 0,05$ ). По другим исследуемым мышечным структурам статистически значимых отличий выявлено не было. В группе косметического массажа (2-я группа) достоверных данных по динамике нейрофизиологических показателей получено не было ( $p > 0,5$ ).

Анализ показателей психологического статуса исследуемых в отдаленном периоде применяемых массажных методик показал достоверное сохранение устойчивых положительных результатов, достигнутых в ходе проведения миофасциального массажа в 3-й группе ( $n=18$ ) по показателям «Депрессия» и «Уверенность в себе» ( $p < 0,05$ ). При этом во 2-й группе ( $n=20$ ) положительные результаты не сохранились. В 1-й группе ( $n=12$ ) наблюдалось достоверное ухудшение самооценки по подшкале ВАШ «Уверенность в себе» ( $p < 0,05$ ). Остальные показатели психологического статуса во всех группах в отдаленном периоде не претерпели каких-либо значимых изменений.

## Обсуждение и заключение

Результаты проведенного исследования указывают на выраженное положительное воздействие любого из исследуемых видов косметического и миофасциального массажа на психологический статус здоровых женщин. Однако в группе косметического массажа улучшение психоэмоциональных показателей не сопровождалось статистически значимой положительной динамикой снижения мышечного тонуса, что, вероятно, можно объяснить его более поверхностным воздействием, в то время как более глубокий и дифференцированный метод работы с лицевыми мышцами с помощью миофасциального массажа напрямую повлиял на тоническую активность и функциональное состояние лицевых мышц.

**Таблица 2.** Показатели электромиографии жевательных и мимических мышц до и после коррекции в группах, проба при максимальном напряжении (мкВ,  $M \pm SD$ )

**Table 2.** Indicators of electromyography of masticatory and facial muscles before and after correction in groups, test at maximum voltage ( $\mu V$ ,  $M \pm SD$ )

Показатель Indicator	1-я группа (контрольная) (n=12) 1st group (control) (n=12)		2-я группа (n=25) 2nd group (n=25)		3-я группа (n=30) 3rd group (n=30)	
	до/before	после/after	до/before	после/after	до/before	после/after
ЭМГ-показатели справа/EMG-indicator from right side						
Мышца, сморщивающая бровь ( <i>musculus corrugator superciliaris</i> ) Muscle wrinkling eyebrow ( <i>musculus corrugator superciliaris</i> )	66,7±34,5	62,8±23,3	87,6±30,2	87,3±53,0	103,5±63,2	69,6±22,1*
Жевательная мышца ( <i>musculus masseter</i> ) Chewing muscle ( <i>musculus masseter</i> )	70,3±28,1	91,9±39,4*	92,4±38,5	93,7±57,2	83,2±32,9	69,6±28,8
Мышца, опускающая угол рта ( <i>musculus depressor anguli oris</i> ) Muscle lowering the mouth angle ( <i>musculus depressor anguli oris</i> )	77,0±26,0	76,0±37,1	100,1±48,4	109,7±49,8	176,2±59,9	113,5±48,9*
Носовая мышца ( <i>musculus nasalis</i> ) Nasal muscle ( <i>musculus nasalis</i> )	121,2±40,7	108,3±55,0	119,1±49,7	128,7±39,3	162,6±112,4	96,0±53,7**
ЭМГ-показатель слева/EMG-indicator from left side						
Мышца, сморщивающая бровь ( <i>musculus corrugator superciliaris</i> ) Muscle wrinkling eyebrow ( <i>musculus corrugator superciliaris</i> )	63,7±42,7	65,3±28,9	83,8±38,1	83,3±41,6	103,0±43,6	61,7±44,8*
Жевательная мышца ( <i>musculus masseter</i> ) Chewing muscle ( <i>musculus masseter</i> )	76,6±55,5	104,7±43,5*	101,7±41,1	95,6±58,7	97,4±77,4	64,2±43,0*
Мышца, опускающая угол рта ( <i>musculus depressor anguli oris</i> ) Muscle lowering the mouth angle ( <i>musculus depressor anguli oris</i> )	61,0±46,7	80,8±36,0	96,5±52,4	115,8±83,3	194,4±55,3	120,5±45,2**
Носовая мышца ( <i>musculus nasalis</i> ) Nasal muscle ( <i>musculus nasalis</i> )	102,5±47,5	117,1±52,1	125,4±51,7	118,1±62,9	154,7±50,5	99,7±45,0**

Примечание. \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$  — достоверность различий по отношению к исходным показателям.

Note. \* $p < 0.05$ ; \*\* $p < 0.01$  — significance of differences with respect to baseline.

Полученные катamnестические данные подтверждают, что работа по снижению напряжения лицевой мускулатуры с помощью миофасциального массажа на более глубоком уровне позволила сохранить выраженную положительную динамику психологических показателей в отдаленном периоде.

Таким образом, выявленная положительная динамика большинства показателей психологического состояния исследуемых женщин на фоне улучшения нейрофизиологических показателей позволяет считать миофасциальный массаж достаточно эффективным инструментом в коррекции психоэмоциональ-

ных состояний, результаты которого сохраняются и в отдаленном периоде.

**Участие авторов:** концепция и дизайн исследования — А.Д. Дубинская, О.В. Юрова; сбор и обработка материала — А.В. Котельникова, Е.Н. Гулаев; анализ полученных результатов — А.Д. Дубинская, А.А. Кукшина; написание статьи — А.Д. Дубинская.

**Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.**

**The authors declare no conflict of interest.**

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- McEwen BS, Gray JD, Nasca C. Redefining neuroendocrinology: stress, sex and cognitive and emotional regulation. *Journal of Endocrinology*. 2015;226:67-83. <https://doi.org/10.1530/JOE-15-0121>
- Souza-Talarico JN, Wan N, Santos S, Fialho PP, Chaves EC, Caramelli P, Bianchi EF, Santos AT, Lupien SJ. Cross-country discrepancies on public understanding of stress concepts: evidence for stress-management psycho-educational programs. *BMC Psychiatry*. 2016;3(16):181. <https://doi.org/10.1186/s12888-016-0886-6>
- Психофизиология. Под ред. Александрова Ю.И. СПб.: Питер; 2014. Aleksandrov Yu.I. *Psychophysiology*. SPb.: Peter; 2014. (In Russian).
- Heller AS, Lapate RC, Mayer KE, Davidson RJ. The face of negative affect: Trial-by-trial corrugator responses to negative pictures are positively associated with amygdala and negatively associated with ventromedial prefrontal cortex activity. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 2014;26(9):2102-2110. [https://doi.org/10.1162/jocn\\_a\\_00622](https://doi.org/10.1162/jocn_a_00622)
- Mieszko W, Zietek M, Smardz J, Zenczak-Wieckiewicz D, Grychowska N. Mental Status as a Common Factor for Masticatory Muscle Pain: A Systematic Review. *Frontiers in Psychology*. 2017;8:646. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00646>

6. Jochum H, Keel P, Baumgartner-Gruber A, Zeilhofer H, Leiggner C. Bruxism, myoarthropathy and psychosomatics. *Swiss Dent Journal*. 2019;129(4):287-292. Accessed August 20, 2019. [https://www.sso.ch/fileadmin/upload\\_sso/2\\_Zahnaerzte/2\\_SDJ/SDJ\\_2019/SDJ\\_Pubmed\\_2019/sdj-2019-04-02.pdf](https://www.sso.ch/fileadmin/upload_sso/2_Zahnaerzte/2_SDJ/SDJ_2019/SDJ_Pubmed_2019/sdj-2019-04-02.pdf)
7. Орлова О.Р., Мингазова Л.Р., Вейн А.М. Миофасциальный болевой синдром лица: новые аспекты клиники, патогенеза и лечения. *Новое в стоматологии*. 2003;1:25-29.  
Orlova OR, Mingazova LR, Wayne AM. Myofascial pain syndrome of the face: new aspects of clinical presentation, pathogenesis and treatment. *New in dentistry*. 2003;1:25-29. (In Russian).
8. Le Louarn C, Buthiau D, Buis J. Structural Aging: The Facial Recurve Concept. *Aesthetic Plastic Surgery*. 2007;31(3):213-218. <https://doi.org/10.1007/s00266-006-0024-9>
9. Волков В.В. Феномен лицевой экспрессии в психологии. *Вестник Томского университета*. 2014;388:211-218.  
Volov VV. The phenomenon of facial expression in psychology. *Bulletin of Tomsk University*. 2014;388:211-218. (In Russian).
10. Soussignan R. Duchenne Smile, Emotional Experience, and Autonomic Reactivity: A Test of the Facial Feedback Hypothesis. *Emotion*. 2002;2(1):52-74. <https://doi.org/10.1037//1528-3542.2.1.52>
11. Finzi E, Rosenthal N. Botulinum Toxin for Depression. Emotional Proprioception. *Journal of Psychiatric Research*. 2016;80:93-96. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2016.06.009>
12. Finzi E, Rosenthal N. Treatment of depression with onabotulinumtoxin A: a randomized, double-blind, placebo controlled trial. *Journal of Psychiatric Research*. 2014;52:1-6. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2013.11.006>
13. Alam M, Barrett KC, Hodapp RM, Arndt KA. Botulinum toxin and the facial feedback hypothesis: Can looking better make you feel happier? *Journal of the American Academy of Dermatology*. 2008;58(6):1061-1072. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2007.10.649>
14. Finzi E, Rosenthal N. Botulinum Toxin for Depression. Emotional Proprioception. *Journal of Psychiatric Research*. 2016;80:93-96. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2016.06.009>
15. Lewis MB. Exploring the positive and negative implications of facial feedback. *Emotion*. 2012;12(4):852-859. <https://doi.org/10.1037/a0029275>
16. Baumeister J, Papa G, Foroni F. Deeper than skin-deep — The effect of botulinum toxin-A on emotion processing. *Toxicon*. 2016;118:86-90. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2016.04.044>
17. Дубровский В.И. *Массаж*. М.: Владос; 2011.  
Dubrovski VI. *Massage*. M.: Vlados; 2011. (In Russian).
18. Clam JR. Clinical EMG for Surface recordings. *Clinical Resources*. 1990; 2:81.

Получена 09.12.19

Received 09.12.19

Принята в печать 07.02.20

Accepted 07.02.20

Вопросы курортологии, физиотерапии  
и лечебной физической культуры,  
2020, Т. 97, №3, с. 31-34  
<https://doi.org/10.17116/kurort20209703131>

Problems of balneology, physiotherapy, and exercise therapy=  
Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoi fizicheskoi kultury  
2020, Vol. 97, no 3, pp. 31-34  
<https://doi.org/10.17116/kurort20209703131>

## Влияние комплексного применения электрофореза никотиновой кислоты и воздушно-пузырьковых ванн на микроциркуляцию у больных с диабетической полинейропатией

© Д.Б. КУЛЬЧИЦКАЯ<sup>1</sup>, Е.А. ТУРОВА<sup>2</sup>, Т.В. КОНЧУГОВА<sup>1,3</sup>, С.Н. КОЛБАХОВА<sup>4</sup>, А.В. ЦОЙ<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины» Департамента здравоохранения Москвы, Москва, Россия;

<sup>3</sup>ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М.Сеченова» Минздрава России, Москва, Россия;

<sup>4</sup>ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России, Москва, Россия

### Резюме

**Цель исследования** — изучение влияния комплексного воздействия электрофореза никотиновой кислоты и воздушно-пузырьковых ванн на состояние микроциркуляции (МЦ) у больных с диабетической полинейропатией (ДПН).

**Материал и методы.** Проведено обследование и лечение 60 больных с ДПН и сахарным диабетом 2-го типа с длительностью заболевания от 6 до 25 лет. Все пациенты были разделены на две группы: 30 больных 1-й группы получали комплексное воздействие электрофореза никотиновой кислоты и воздушно-пузырьковых ванн; 30 пациентов 2-й группы — только электрофорез никотиновой кислоты по Вермелю. Динамику состояния МЦ оценивали по данным лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ).

**Результаты.** До лечения у большинства больных с ДПН (98%) по данным ЛДФ был установлен спастический тип МЦ. После курсового лечения выявили, что комплексное применение электрофореза никотиновой кислоты и воздушно-пузырьковых ванн у пациентов с ДПН оказывает более выраженное корригирующее действие на состояние МЦ, чем использование только электрофореза никотиновой кислоты по Вермелю.

**Заключение.** Комплексная терапия, включающая электрофорез никотиновой кислоты и воздушно-пузырьковые ванны, оказывает выраженное воздействие на состояние МЦ у пациентов с ДПН и является патогенетически оправданной для лечения этой категории больных.

**Ключевые слова:** диабетическая полинейропатия, физиотерапия, микроциркуляция.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Кульчицкая Д.Б. — д.м.н., проф., глав. науч. сотр. отд. физиотерапии и рефлексотерапии; <https://orcid.org/0000-0002-7785-9767>; eLibrary SPIN: 2674-6371; Author ID: 360921

Турова Е.А. — д.м.н., проф., зам. директора по научной работе; <https://orcid.org/0000-0002-4397-3270>; eLibrary SPIN: 9516-5283; Author ID: 455733

Кончугова Т.В. — д.м.н., проф., зав. отд. физиотерапии и рефлексотерапии; <https://orcid.org/0000-0003-0991-8988>; eLibrary SPIN: 3198-9797

Колбахова С.Н. — к.м.н.; <https://orcid.org/0000-0003-0191-5272>

Цой А.В. — аспирант; <https://orcid.org/0000-0002-9285-2870>

### АВТОР, ОТВЕТСТВЕННЫЙ ЗА ПЕРЕПИСКУ:

Кульчицкая Детелина Борисовна — e-mail: [deti\\_ku@mail.ru](mailto:deti_ku@mail.ru)

### КАК ЦИТИРОВАТЬ:

Кульчицкая Д.Б., Турова Е.А., Кончугова Т.В., Колбахова С.Н., Цой А.В. Влияние комплексного применения электрофореза никотиновой кислоты и воздушно-пузырьковых ванн на микроциркуляцию у больных с диабетической полинейропатией. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2020;97(3):31-34x. <https://doi.org/10.17116/kurort20209703131>

## The effect of complex use of nicotinic acid electrophoresis and air bubble baths on microcirculation in patients with diabetic polyneuropathy

© D.B. KULCHITSKAYA<sup>1</sup>, E.A. TUROVA<sup>2</sup>, T.V. KONCHUGOVA<sup>1,3</sup>, S.N. KOLBAKHOVA<sup>4</sup>, A.V. TSOI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>National medical research center of rehabilitation and balneology, Moscow, Russia;

<sup>2</sup>Moscow scientific and practical center of medical rehabilitation, rehabilitative and sport medicine, Moscow, Russia;

<sup>3</sup>First Moscow state medical university named after I.M.Sechenov, Moscow, Russia;

<sup>4</sup>State scientific center of Russian Federation — Federal medical biophysics center named after A.I. Burnazyan, Moscow, Russia

**Abstract**

**Aim of study** — to study of the effect of the combined impact of nicotinic acid electrophoresis and air bubble baths on the state of microcirculation (MC) in patients with diabetic polyneuropathy (DPN)

**Materials and methods.** 60 patients with DPN and type 2 diabetes mellitus with a disease duration of 6 to 25 years were examined and treated. All patients were divided into 2 groups: 30 patients of the 1st group received the combined impact of nicotinic acid electrophoresis and air-bubble baths; 30 patients of the 2nd group — only electrophoresis of nicotinic acid according to Vermel. The dynamics of the MC state was evaluated according to laser Doppler flowmetry (LDF).

**Results.** Before treatment, in most patients with DPN (98%), according to LDF, a spastic type of MC was established. After a course of treatment, it was found that the combined use of nicotinic acid electrophoresis and air bubble baths in patients with DPN has a more pronounced corrective effect on the condition of the MC than the use of Vermel's electrophoresis of nicotinic acid only.

**Conclusion.** Complex therapy, including electrophoresis of nicotinic acid and air bubble baths, has a pronounced effect on the condition of the MC in patients with DPN and is pathogenetically justified for the treatment of this category of patients.

**Keywords:** Diabetic polyneuropathy, physiotherapy, microcirculation.

**INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:**

Kulchitskaya D.B. — <https://orcid.org/0000-0002-7785-9767>; eLibrary SPIN: 2674-6371; Author ID: 360921

Turova E.A. — <https://orcid.org/0000-0002-4397-3270>; eLibrary SPIN: 9516-5283; Author ID: 455733

Konchugova T.V. — <https://orcid.org/0000-0003-0991-8988>; eLibrary SPIN: 3198-9797

Kolbahova S.N. — <https://orcid.org/0000-0003-0191-5272>

Tsoy A.V. — <https://orcid.org/0000-0002-9285-2870>

**CORRESPONDING AUTHOR:**

Kulchitskaya D.B. — e-mail: [deti\\_ku@mail.ru](mailto:deti_ku@mail.ru)

**TO CITE THIS ARTICLE:**

Kulchitskaya DB, Turova EA, Konchugova TV, Kolbahova SN, Tsoy AV. The effect of complex use of nicotinic acid electrophoresis and air bubble baths on microcirculation in patients with diabetic polyneuropathy. *Problems of balneology, physiotherapy, and exercise therapy.* 2020;97(3):31-34. (In Russian). <https://doi.org/10.17116/kurort20209703131>

В настоящее время одним из наиболее распространенных эндокринных заболеваний является сахарный диабет [1, 2]. Наиболее частое проявление сахарного диабета — диабетическая периферическая нейропатия (ДПН), значимо осложняющая течение основного заболевания [3]. На сегодняшний день, несмотря на значимые успехи в лечении ДПН, не разработаны методы воздействия, которые обеспечили бы стойкую ремиссию заболевания [4, 5].

Для лечения больных с ДПН широко применяются природные и преформированные физические факторы, которые вызывают активизацию резервных возможностей организма, улучшают функциональное состояние нервной системы за счет коррекции метаболических и сосудистых нарушений [6–9].

В современной медицине наблюдается тенденция к применению программ лечения различных эндокринных заболеваний, включающих физиотерапевтические и гидротерапевтические методы. Такой комплексный подход обеспечивает повышение эффективности и пролонгацию полученных результатов на более длительный период. Поскольку в патогенезе ДПН существенное значение имеют нарушения микроциркуляции (МЦ), представляется актуальным изучение влияния нового физио-гидротерапевтического комплекса на различные звенья МЦ с помощью современного диагностического метода лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) [10].

Цель исследования — изучение влияния физиотерапевтического комплекса, включающего электрофо-

рез никотиновой кислоты и воздушно-пузырьковые ванны, на состояние МЦ у больных с ДПН.

**Материал и методы**

Обследованы 60 больных с ДПН и сахарным диабетом 2-го типа в стадии субкомпенсации (73%) с длительностью заболевания от 6 до 25 лет. Средний возраст пациентов составил  $43,1 \pm 2,3$  года. У всех обследованных отмечалась клиническая картина дистальной симметричной сенсорной полинейропатии.

У пациентов проводили сбор жалоб и анамнеза, оценивали неврологический статус. Для объективизации болевого синдрома применяли визуальную аналоговую шкалу.

Изучение состояния МЦ нижних конечностей осуществляли методом ЛДФ с помощью лазерного анализатора капиллярного кровотока ЛАКК-02 (Москва). Зонд устанавливали на подошвенную поверхность I пальца пораженной конечности. В течение 3 мин проводили запись кровотока.

Использование вейвлет-анализа позволило проанализировать амплитуду и частоту Э-ритмов, характеризующих секреторную активность эндотелия, Н-ритмов (нейрогенные колебания), М-ритмов (миогенные колебания), Д-ритмов (дыхательные колебания) и С-ритмов (кардиальные колебания). Изучали вклад амплитуды вышеуказанных ритмов относительно средней модуляции кровотока —  $A/3\sigma$ .

Динамика показателей ЛДФ под влиянием курсового лечения у пациентов с ДНП ( $M \pm m$ )Dynamics of LDF parameters under the influence of course treatment in patients with DPN ( $M \pm m$ )

Параметр Indicator	A/3 $\sigma$ 100%/A/3 $\sigma$ 100%				
	Э/Е	Н/Н	М/М	Д/Д	С/С
A <sub>max</sub> /3 $\sigma$ 100% (норма)	14,1 $\pm$ 0,9	17,1 $\pm$ 0,8	15,0 $\pm$ 0,9	7,9 $\pm$ 0,7	5,7 $\pm$ 0,3
A <sub>max</sub> /3 $\sigma$ 100% (norm)					
1-я группа до лечения 1st group before treatment	7,6 $\pm$ 0,3	7,5 $\pm$ 0,6	9,5 $\pm$ 0,3	5,3 $\pm$ 0,7	12,3 $\pm$ 0,7
1-я группа после лечения 1st group after treatment	8,7 $\pm$ 0,4*	9,6 $\pm$ 0,7*	12,14 $\pm$ 0,9**	6,5 $\pm$ 0,4	11,23 $\pm$ 0,3
2-я группа до лечения 2nd group before treatment	7,8 $\pm$ 0,2	7,7 $\pm$ 0,5	9,69 $\pm$ 0,2	5,21 $\pm$ 0,6	11,62 $\pm$ 0,4
2-я группа после лечения 2nd group after treatment	7,9 $\pm$ 0,2	8,1 $\pm$ 0,5	13,6 $\pm$ 0,5**	5,86 $\pm$ 0,5	10,7 $\pm$ 0,4

Примечание. Достоверность различий до и после курса лечения: \* —  $p < 0,05$ ; \*\* —  $p < 0,01$ ; \*\*\* —  $p < 0,001$ .

Note. Significance of differences before and after treatment: \* —  $p < 0.05$ ; \*\* —  $p < 0.01$ ; \*\*\* —  $p < 0.001$ .

Анализ полученных данных проводили с использованием программы Statistica 6.0. Достоверность различий между двумя средними величинами оценивали при помощи критерия Стьюдента-Фишера. За уровень достоверности статистических показателей было принято значение  $p < 0,05$ .

Методом простой рандомизации все пациенты были разделены на 2 группы.

В 1-ю группу вошли 30 пациентов, которые получали физиотерапевтический комплекс, включающий электрофорез 1% раствора никотиновой кислоты по Вермелю: время воздействия — 10 мин, на курс — 10 ежедневных процедур. После 2-часового перерыва больные получали воздушно-пузырьковые ванны: температура воды 37 °С, продолжительность процедуры — 15 мин, на курс 10 — процедур.

Во 2-ю группу (сравнения) включили 30 пациентов, которым был назначен только электрофорез никотиновой кислоты по Вермелю.

В обеих группах физиотерапевтическое лечение проводилось на фоне базового лечения, включающего диету и прием корректирующих углеводный обмен препаратов.

## Результаты

Обследуемые больные с ДПН до лечения предъявляли жалобы на боли в конечностях, разные виды парестезий (жжение, зябкость, онемение), судороги в мышцах, возникающие обычно в ночное и вечернее время; общую мышечную слабость. Боли чаще локализовались в симметричных участках стоп и голеней. У пациентов обеих групп исходно различий по выраженности болевого синдрома и частоте возникновения судорог не было выявлено.

По данным ЛДФ, проведенной до лечения, у большинства больных с ДПН (98%) был установлен спастический тип МЦ. Наблюдалось уменьшение показателя микроциркуляции (ПМЦ), характеризующего состояние базального кровотока, на 41% ( $p < 0,05$ ).

Было выявлено снижение вклада миогенных и нейрогенных осцилляций на 37% ( $p < 0,001$ ) и 56% ( $p < 0,001$ ) соответственно, что свидетельствовало об увеличении миогенного и нейрогенного тонуса артериол. Эндотелиальные колебания были на 46% ниже ( $p < 0,001$ ), а показатель шунтирования — на 52% выше нормальных значений ( $p < 0,05$ ).

Дозировки инсулина и сахароснижающих препаратов в процессе лечения оставались неизменными. Переносимость физиотерапевтических процедур была хорошей. На фоне проводимой терапии не было выявлено случаев декомпенсации диабета, нарушений сердечного ритма, обострения сердечно-сосудистых заболеваний или других нежелательных явлений.

В результате проведенного лечения у большинства пациентов была зафиксирована положительная динамика клинической симптоматики: уменьшение интенсивности боли, чувства онемения, зябкости, частоты возникновения судорог. У больных 2-й группы вышеизложенные положительные сдвиги наблюдались после 7—8 лечебных процедур, в то же время в 1-й группе улучшение происходило при 4—5-й процедуре. По результатам исследования, болевой синдром у пациентов основной группы снизился с 2,45 $\pm$ 0,17 до 1,36 $\pm$ 0,12 балла, что составило 45%, в группе сравнения этот показатель снизился с 2,43 $\pm$ 0,16 до 1,51 $\pm$ 0,15 балла (на 38%). При сравнении по группам статистических различий не было выявлено. Показатель частоты судорог в баллах изменился в основной группе с 1,45 $\pm$ 0,17 до 0,96 $\pm$ 0,16 случая, что составило 34%, а в группе сравнения — с 1,44 $\pm$ 0,17 до 1,21 $\pm$ 0,16, т.е. на 16% ( $p < 0,05$ ).

После лечения у пациентов 1-й группы было установлено улучшение миогенного и нейрогенного тонуса артериол, о чем свидетельствует увеличение показателей (AM/3 $\sigma$ 100%) и (AN/3 $\sigma$ 100%) с 9,5 $\pm$ 0,3 до 12,14 $\pm$ 0,4% ( $p < 0,001$ ) и с 7,5 $\pm$ 0,6 до 9,6 $\pm$ 0,7% ( $p < 0,05$ ) соответственно. ПМЦ приблизился к нормальным значениям.

Выявлено улучшение эндотелиальной функции — показатель  $AЭ/3σ \cdot 100\%$  изменился с  $7,6 \pm 0,3$  до  $8,7 \pm 0,4\%$  ( $p < 0,05$ ). У больных, получавших только электрофорез никотиновой кислоты по Вермелю, были зарегистрированы достоверные изменения только со стороны показателей ЛДФ, характеризующих базальный кровоток и миогенный тонус артериол. Другие показатели ЛДФ имели лишь тенденцию к коррекции (см. таблицу).

Только у пациентов 1-й группы отмечалось достоверное снижение изначально увеличенного миогенного тонуса артериол, что привело к увеличению нутритивного кровотока. Значимое устранение эндотелиальной дисфункции также было зафиксировано лишь у пациентов 1-й группы. Было установлено, что комплексное применение электрофореза никотиновой кислоты и воздушно-пузырьковых ванн у пациентов с ДПН оказывает более выраженное корригирующее действие на состояние МЦ, чем использование только электрофореза никотиновой кислоты по Вермелю. Данные по влиянию изучаемых воздействий на систему МЦ совпадают с клиническими результатами — более ранним обезболивающим эффектом и более выраженным уменьшением частоты

спазмов у пациентов, получавших физиотерапевтический комплекс.

## Заключение

Таким образом, при оценке эффективности комплексного воздействия электрофореза никотиновой кислоты по Вермелю и воздушно-пузырьковых ванн выявлено значимое улучшение клинической симптоматики, всех звеньев МЦ и трофики тканей по данным ЛДФ, что свидетельствует о целесообразности применения разработанного метода лечения пациентов с сахарным диабетом, осложненным ДПН, в широкой клинической практике.

**Участие авторов:** концепция и дизайн исследования, редактирование — Е.А. Турова, Д.Б. Кульчицкая, Т.В. Кончугова; сбор и обработка материала, статистическая обработка данных — А.В. Цой; написание текста — Д.Б. Кульчицкая, А.В. Цой.

**Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.**

**The authors declare no conflict of interest.**

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Левин О.С. *Полинейропатии*. Клиническое руководство. М.: Медицинское информационное агентство; 2011. Levin O.S. *Polyneuropathy*. A Clinical manual. M.: Medical information Agency; 2011. (In Russian).
2. Недосугова Л.В. Патогенез, клинические проявления, подходы к лечению диабетической полинейропатии. *Медицинский совет*. 2013;12:43-49. Nedosugova LV. Pathogenesis, clinical manifestations, approaches to the treatment of diabetic polyneuropathy. *Medical advice*. 2013;12:43-49. (In Russian).
3. *Эндокринология*. Национальное руководство. Под ред. Дедова И.И., Мельниченко Г.А. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2014. *Endocrinology*. National manual. Ed. by Dedov I.I., Melnichenko G.A. M.: GEOTAR-Media; 2014. (In Russian).
4. Brill V, England J, Franklin GM, Backonja M, Cohen J, del Toro D. Evidence-based guideline: Treatment of painful diabetic neuropathy: report of the American Academy of Neurology, the American Association of Neuro-muscular and Electrodiagnostic Medicine, and the American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation. *Neurology*. 2011;76(20):1758-1765.
5. Çakici N, Fakkal TM, van Neck JW, Verhagen AP, Coert JH. Systematic review of treatments for diabetic peripheral neuropathy. *Diabet Med*. 2016;33(11):1466-1476. <https://doi.org/10.1111/dme.13083>
6. Бадтиева В.А., Трухачева Н.В., Кульчицкая Д.Б. Немедикаментозные методы лечения хронической венозной недостаточности: современное состояние проблемы. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2010;2:54-59. Badtieva VA, Trukhacheva NV, Kulchitskaya DB. Non-pharmacological methods of treatment of chronic venous insufficiency: current state of the problem. *Questions of balneology, physiotherapy and medical physical culture*. 2010;2:54-59. (In Russian).
7. Пономаренко Г.Н. *Частная физиотерапия*. Учебное пособие. М.: Медицина; 2005. Ponomarenko GN. *Private physiotherapy*. Textbook. M.: Medicine; 2005. (In Russ.).
8. Сапелькин С.В., Дан В.Н., Кульчицкая Д.Б., Бобровницкий И.П., Миненков А.А., Тимина И.Е. Возможности лазерной доплеровской флоуметрии в оценке расстройств микроциркуляции при ангиодисплазиях. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2007;4:46-50. Sapelkin SV, Dan VN, Kulchitskaya DB, Bobrovniksky PI, Minenkov AA, Timina IE. The possibilities of laser Doppler flowmetry in the assessment of microcirculation disorders in the angiodyplasia. *Angiology and vascular surgery*. 2007;4:46-50. (In Russian).
9. Сичинава Н.В. *Комплексное применение интерференционных токов и общих скипидарных ванн из желтого раствора в лечении больных дистальными диабетическими полинейропатиями*: Дис. ... канд. мед. наук. М. 2000. Sichinava NV. *Integrated application of interference currents and common turpentine baths with yellow solution in the treatment of patients with distal diabetic polyneuropathy*: Dis. ... kand. med. nauk. M. 2000. (In Russian).
10. Кульчицкая Д.Б., Кончугова Т.В., Бобровницкий И.П., Эктова Т.В., Сидоров В.В., Нагорнев С.Н., Пузырева Г.А. Информативность лазерной доплеровской флоуметрии в оценке и прогнозе эффективности магнитотерапии у больных с артериальной гипертензией. *Вестник восстановительной медицины*. 2012;5(51):18-22. Kulchitskaya DB, Konchugova TV, Bobrovniksky IP, Ektova TV, Sidorov VB, Nagornev SN, Puzyreva GA. Informativeness of laser Doppler flowmetry in the evaluation and prognosis of the effectiveness of magnetic therapy in patients with hypertension. *Bulletin of restorative medicine*. 2012;5(51):18-22. (In Russian).

Получена 29.12.19

Received 29.12.19

Принята в печать 25.02.20

Accepted 25.02.20

Вопросы курортологии, физиотерапии  
и лечебной физической культуры,  
2020, Т. 97, №3, с. 35-42  
<https://doi.org/10.17116/kurort20209703135>

Problems of balneology, physiotherapy, and exercise therapy=  
Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoi fizicheskoi kultury  
2020, Vol. 97, no 3, pp. 35-42  
<https://doi.org/10.17116/kurort20209703135>

## Общие гидрогальванические ванны в лечении пациентов с пояснично-крестцовой радикулопатией

© И.В. БОРОДУЛИНА<sup>1</sup>, Н.Г. БАДАЛОВ<sup>2,3</sup>, А.А. МУХИНА<sup>1</sup>, А.О. ГУША<sup>4</sup>, Т.В. МАРФИНА<sup>1</sup>, С.А. ВОЛОВЕЦ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Медицинский научно-образовательный центр ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», Москва, Россия;

<sup>2</sup>ФГБУ «Научно-практический центр медико-социальной реабилитации им. Л.И. Швецовой», Москва, Россия;

<sup>3</sup>ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский университет), Москва, Россия;

<sup>4</sup>ФГБНУ «Научный центр неврологии», Москва, Россия

### Резюме

**Введение.** Гидрогальванические ванны представляют собой метод гидротерапии, основанный на сочетанном воздействии на организм электрического тока и пресной воды.

**Цель исследования** — научное обоснование и оценки эффективности применения общих гидрогальванических ванн в лечении пациентов с пояснично-крестцовой радикулопатией на фоне дегенеративного поражения позвоночника.

**Материал и методы.** В рандомизированное сравнительное клиническое исследование включены 84 пациента. В 1-ю (активная) группу вошли 43 пациента, во 2-ю (контрольная) — 41 пациент. Пациенты 1-й группы получали общие гидрогальванические ванны. Пациенты контрольной группы — медикаментозное лечение, включавшее НПВП, миорелаксанты, противосудорожные препараты. Оценка производилась перед началом лечения, по окончании курса (на 14-е сутки) и через 3 мес после окончания лечения по результатам неврологического осмотра, опросников ВАШ, Pain DETECT, шкал Бека, Освестри, SF-36, стимуляционной электронной миографии.

**Результаты.** У пациентов, получавших общие гидрогальванические ванны, в отличие от контрольной группы отмечалось улучшение чувствительности (частота встречаемости гипестезии снизилась с 77 до 11%,  $p=0,008$ ) и проводимости по периферическим сенсорным волокнам. Уменьшение болевого синдрома наблюдалось в обеих группах, однако уменьшение нейропатической боли было зафиксировано только у пациентов, получавших медикаментозное лечение. В 1-й группе на фоне терапии было выявлено улучшение эмоционального состояния у пациентов и снижение уровня депрессии. Анализ отдаленных результатов показал, что отсроченный эффект немедикаментозного лечения достоверно нарастал у пациентов 1-й группы по сравнению с контрольной группой ( $p<0,05$ ).

**Заключение.** Воздействие общими гидрогальваническими ваннами является эффективным способом лечения пояснично-крестцовой радикулопатии, при этом в качестве основных эффектов отмечено: улучшение чувствительности, уменьшение болевого синдрома и стабилизация эмоционального фона. Однако изучаемый метод не влияет на нейропатическую боль.

**Ключевые слова:** пояснично-крестцовая радикулопатия, гидрогальванические ванны, болевой синдром.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Бородулина И.В. — старший н.с.; <https://orcid.org/0000-0001-7526-1553>

Бадалов Н.Г. — д.м.н., проф.; <https://orcid.org/0000-0002-1407-3038>; eLibrary SPIN: 2264-4351

Мухина А.А. — к.м.н., с.н.с.; <https://orcid.org/0000-0001-8960-4318>; eLibrary SPIN: 4615-3727

Гуша А.О. — д.м.н., проф.; <https://orcid.org/0000-0003-3451-5750>; eLibrary SPIN: 6658-4179

Марфина Т.В. — научный сотрудник; <https://orcid.org/0000-0002-2553-1946>; eLibrary SPIN: 1812-9951

Воловец С.А. — д.м.н., проф.; <https://orcid.org/0000-0001-1407-3038>; eLibrary SPIN: 2698-1409

### АВТОР, ОТВЕТСТВЕННЫЙ ЗА ПЕРЕПИСКУ:

Бородулина Ирина Владимировна — e-mail: [irina.borodulina@gmail.com](mailto:irina.borodulina@gmail.com)

### КАК ЦИТИРОВАТЬ:

Бородулина И.В., Бадалов Н.Г., Мухина А.А., Гуша А.О., Марфина Т.В., Воловец С.А. Общие гидрогальванические ванны в лечении пациентов с пояснично-крестцовой радикулопатией. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2020;97(3):35-42. <https://doi.org/10.17116/kurort20209703135>

## General hydro galvanic baths in the treatment of patients with lumbosacral radiculopathy

© I.V. BORODULINA<sup>1</sup>, N.G. BADALOV<sup>2,3</sup>, A.A. MUKHINA<sup>1</sup>, A.O. GUSHCHA<sup>4</sup>, T.V. MARFINA<sup>1</sup>, S.A. VOLOVETS<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Medical scientific educational center, Moscow state university named after M.V. Lomonosov, Moscow, Russia;

<sup>2</sup>Scientific practical center of medical and social rehabilitation named after L.I. Shvetsova, Moscow, Russia;

<sup>3</sup>First Moscow state medical university named after I.M. Sechenov, Moscow, Russia;

<sup>4</sup>Scientific center of neurology, Moscow, Russia

**Abstract**

**Introduction.** Hydro galvanic baths are a hydrotherapy method based on the combined effect of electric current and fresh water on the body.

**Aim of study** — scientific evidence and evaluation of the effectiveness of use of common hydrogalvanic baths in the treatment of patients with lumbosacral radiculopathy with the background of degenerative spinal injury.

**Materials and methods.** A randomized comparative clinical trial included 84 patients. The 1st (active) group included 43 patients, the 2nd (control) had 41 patients. Patients of the 1st group received common hydrogalvanic baths. Patients in the control group — drug treatment, including NSAIDs, muscle relaxants, anticonvulsants. The assessment was carried out before treatment, at the end of the course (on the 14th day) and 3 months after the end of treatment according to the results of neurological examination, VAS questionnaires, Pain DETECT, Beck scale, Oswestry scale, SF-36 scales, stimulatory electroneuromyography.

**Results.** In patients receiving general hydrogalvanic baths, in comparison with the control group, there was an improvement in sensitivity (the incidence of hypesthesia decreased from 77 to 11%,  $p=0.008$ ) and conductivity in peripheral sensory fibers. A decrease in pain was observed in both groups, however, a decrease in neuropathic pain was recorded only in patients receiving drug treatment. In the 1st group during therapy, an improvement in the emotional state in patients and a decrease in the level of depression were revealed. An analysis of long-term results showed that the delayed effect of non-drug treatment significantly increased in patients of the 1st group in comparison with the control group ( $p<0.05$ ).

**Conclusions.** Exposure to general hydrogalvanic baths is an effective way to treat lumbosacral radiculopathy, the main registered effects are: improvement of sensitivity, reduction of pain and stabilization of the emotional background. However, the studied method does not affect neuropathic pain.

**Keywords:** lumbosacral radiculopathy, hydro galvanic baths, pain.

**INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:**

Borodulina I.V. — <https://orcid.org/0000-0001-7526-1553>; eLibrary SPIN: 2152-5737

Badalov N.G. — <https://orcid.org/0000-0002-1407-3038>; eLibrary SPIN: 2264-4351

Gushcha A.O. — <https://orcid.org/0000-0003-3451-5750>; eLibrary SPIN: 6658-4179

Mukhina A.A. — <https://orcid.org/0000-0001-8960-4318>; eLibrary SPIN: 4615-3727

Marfina T.V. — <https://orcid.org/0000-0002-2553-1946>; eLibrary SPIN: 1812-9951

Volovets S.A. — <https://orcid.org/0000-0001-1407-3038>; eLibrary SPIN: 2698-1409

**CORRESPONDING AUTHOR:**

Borodulina I.V. — e-mail: [irina.borodulina@gmail.com](mailto:irina.borodulina@gmail.com)

**TO CITE THIS ARTICLE:**

Borodulina IV, Badalov NG, Gushcha AO, Mukhina AA, Marfina TV, Volovets SA. General hydro galvanic baths in the treatment of patients with lumbosacral radiculopathy. *Problems of balneology, physiotherapy, and exercise therapy*. 2020;97(3):35-42. (In Russian). <https://doi.org/10.17116/kurort20209703135>

## Введение

Гидрогальванические ванны представляют собой метод гидротерапии, основанный на сочетанном воздействии на организм электрического тока и пресной воды [1—3]. В связи с этим механизм действия гидрогальванических ванн обусловлен влиянием указанных физических факторов, которое проявляется в суммирующем синергетическом эффекте.

Среди основных эффектов гидрогальванических ванн можно выделить [1—4]: седативный; спазмолитический; анальгетический; улучшение микроциркуляции; тренировка сердечно-сосудистой системы; метаболический.

Процедуры гидрогальванических ванн могут быть как общими, при этом пациент полностью погружается в водную среду, так и локальными, при которых воздействие осуществляется только на конечности при помощи двух- или четырехкамерного аппарата.

Для общих гидрогальванических ванн используется пресная вода индифферентной температуры (36—37 °С), при этом подаваемый электрический ток может быть как постоянным (гальваническим)

и импульсным (диадинамический, фарадический, ток Треберта). Воздействие осуществляется по продольной (активные электроды в головном и ножном концах) или поперечной методикам (ток подается на электроды, расположенные на внутренних боковых панелях ванны).

В предыдущей работе [2] были подробно приведены история развития метода гидрогальванических ванн, основные показания и противопоказания, обзор современных литературных источников, посвященных этой теме.

Анализ научных публикаций показал, что клинические данные по использованию общих гидрогальванических ванн для лечения пояснично-крестцовой радикулопатии, обусловленной дегенеративным поражением позвоночника, в доступных источниках отсутствуют. В связи с этим было проведено рандомизированное сравнительное клиническое исследование.

Цель исследования — научное обоснование и оценка эффективности применения общих гидрогальванических ванн в лечении пациентов с пояснично-крестцовой радикулопатией на фоне дегенеративного поражения позвоночника.

## Материал и методы

В исследование были включены 84 пациента старше 18 лет с верифицированным диагнозом «односторонняя пояснично-крестцовая радикулопатия корешков L<sub>IV</sub>, L<sub>V</sub>, S<sub>I</sub> на фоне дегенеративного поражения позвоночника» с длительностью заболевания более 12 нед.

*Критериями не включения в исследование являлись:* наличие сопутствующих соматических заболеваний в стадии обострения, острые инфекционные заболевания, онкологические заболевания, системные заболевания крови и соединительной ткани, наличие легочно-сердечной и сердечно-сосудистой недостаточности, общие противопоказания для проведения физиотерапевтического лечения, индивидуальная непереносимость электрического тока, наличие абсолютных показаний к проведению хирургического вмешательства (секвестрированная грыжа межпозвоночного диска, синдром конского хвоста); наличие у больного имплантированного водителя ритма сердца или других электронных устройств, которые управляют физиологическими функциями организма; металлических предметов, которые могут нагреваться или сдвигаться; беременность, двусторонняя радикулопатия, пояснично-крестцовая радикулопатия корешков L<sub>I</sub>, L<sub>II</sub>, L<sub>III</sub>, периферическая нейропатия.

*Критерии исключения:* обострение хронических соматических заболеваний, развитие острых респираторных инфекций, индивидуальная непереносимость лечебного воздействия или медикаментозных препаратов в виде аллергических и других побочных реакций, добровольный отказ от дальнейшего участия в исследовании.

Методом простой рандомизации больные были разделены на 2 группы. В 1-ю группу (активная) вошли 43 пациента (средний возраст 50,77±14,01 года), которые получали общие гидрогальванические ванны. Во 2-ю группу (контроля) включили 41 пациента (средний возраст 49,35±14,61 года), которому была назначена стандартная медикаментозная терапия (нестероидные противовоспалительные препараты, миорелаксанты, витамины группы В) в дозировке и курсом, соответствующими медицинским стандартам и клиническим рекомендациям [5–7].

Во время процедуры общих гидрогальванических ванн пациент в положении лежа находился в специально сконструированной ванне, имеющей три пары поперечно расположенных на уровне бедер, голеней и стоп пластин-электродов на внутренней поверхности боковых стенок и наполненной пресной водой с индифферентной температурой (36–37 °С). Воздействие осуществлялось диадинамическим током частотой 100 Гц и силой 100–350 мА, интенсивность дозировалась индивидуально до ощущения покалывания или комфортной вибрации, полярность тока менялась при каждой процедуре. Курс состоял из 10 процедур

общих гидрогальванических ванн по поперечной методике, которые проводились ежедневно с перерывом на выходные дни, продолжительность процедуры составляла 15 мин. Иного физиотерапевтического лечения пациенты 1-й и 2-й групп не получали.

Перед началом исследования все пациенты подписывали информированное согласие после ознакомления с информационным листком, после чего проводилось комплексное обследование, включавшее общесоматический (измерение артериального давления, частоты сердечных сокращений, выполнение электрокардиографии) и неврологический осмотр с определением границ и степени расстройств болевой чувствительности, мышечной силы в нижних конечностях, оценкой сухожильных рефлексов (ахиллова рефлекса).

Кроме того, пациентам было предложено заполнить диагностические опросники: визуальную аналоговую шкалу (ВАШ) для оценки выраженности и характера болевого синдрома; опросник Pain DETECT (PD) для выявления нейропатического компонента болевого синдрома; шкалу Освестри для определения степени ограничения жизнедеятельности из-за боли в спине; шкалу депрессии Бека для оценки эмоционального состояния пациентов и выявления коморбидной депрессии; опросник SF-36 для оценки качества жизни [8–12].

Также для выявления механизма действия и влияния на организм применяемых методов использовался метод объективной диагностики — стимуляционная электронейромиография (ЭНМГ), выполненная на нижних конечностях. В ходе стимуляционной ЭНМГ исследовались двигательные порции малоберцового и большеберцового нервов (*n.n. peroneus u tibialis*); чувствительные волокна поверхностного малоберцового и икроножного нервов (*n.n. peroneus superficialis, suralis*); характеристики F-волны, зарегистрированной с *n.n. peroneus, tibialis* (минимальная латентность и скорость), и латентность H-рефлекса [13, 14]. Оценка неврологического статуса и результатов опросников у пациентов всех групп осуществлялась до, после курса лечения (14-е сутки) и через 3 мес после окончания курса лечения; стимуляционная ЭНМГ нижних конечностей — до и непосредственно после курса лечения.

Исследование проводилось с 2016 по 2019 г. на базе ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России. За время выполнения исследования были отобраны и включены в группы пациенты с использованием метода простой рандомизации, проведена оценка результатов лечения непосредственно после курса и катамнестическое наблюдение в течение 3 мес.

Статистическая обработка результатов осуществлялась с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel, SPSS. Количественные пере-

менные описывали следующими параметрами: абсолютным количеством, процентным соотношением (частота и доля), средним арифметическим значением ( $M$ ), средним квадратичным отклонением ( $M \pm \sigma$ ). Для непараметрических данных использовалась медиана и 25–75% квартили (Me [ $Q_1$ ;  $Q_3$ ]), критерии Вилкоксона и Манна–Уитни.

## Результаты

Курс лечения в соответствии с планом исследования завершили 83 пациента из изначально включенных 84 — 1 пациентка была исключена из группы активного лечения вследствие развившегося острого респираторного заболевания.

Все остальные пациенты были способны посещать лечебные процедуры, в ходе которых не было отмечено побочных явлений со стороны испытуемых.

При оценке клинического статуса результаты лечения анализировали с учетом динамики неврологических нарушений. Исследование болевой и тактильной чувствительности после курса лечения показало, что у пациентов 1-й группы отмечалось значительное сенсорное улучшение в отличие от контрольной группы ( $p < 0,05$ ), частота встречаемости гипестезии снизилась с 75 до 11% случаев ( $p = 0,008$ ), таким образом, степень регресса этого вида чувствительных нарушений составила 64%.

Одной из важнейших характеристик пояснично-крестцовой радикулопатии вследствие дегенеративного поражения позвоночника является интенсивность болевого синдрома. Как следует из анализа данных **табл. 1**, у пациентов обеих групп наблюдалась положительная динамика по окончании курса лечения (14-е сутки) в виде уменьшения выраженности боли в соответствии с ВАШ, однако нейропатический компонент болевого синдрома уменьшился только у пациентов, получавших патогенетическое медикаментозное лечение. Из полученных данных следует, что общие гидрогальванические влияют преимущественно на ноцицептивный, а не нейропатический механизм боли.

Как показано в **табл. 2**, при оценке непосредственно после окончания курса лечения улучшение эмоционального состояния и уменьшение выраженности коморбидной депрессии в соответствии со шкалой Бека, а также положительная динамика психологического аспекта качества жизни по шкале SF-36 были выявлены только у пациентов 1-й группы в отличие от контрольной группы ( $p < 0,05$ ). Установленный эффект может быть связан как с уменьшением интенсивности болевого синдрома, так и со специфическими особенностями лечения общими гидрогальваническими ваннами, поскольку водные процедуры оказывают положительное влияние на психоэмоциональное состояние пациентов с различными нарушениями и здоровых добровольцев, что показано в работах многих исследователей [15–18]. При этом в обеих группах достоверно уменьшился показатель по шкале Освестри, что свидетельствует об улучшении двигательной и повседневной активности, снижении степени ограничения жизнедеятельности в связи с болевым синдромом в спине. Также в обеих группах улучшился физический аспект качества жизни по шкале SF-36.

При анализе данных при стимуляционной ЭНМГ динамика по окончании курса лечения была выявлена только у показателей амплитуды сенсорных потенциалов *n. suralis* и *n. peroneus superficialis*. У пациентов 1-й группы, получавших общие гидрогальванические ванны, отмечалось достоверно значимое увеличение амплитуды сенсорных потенциалов *n. suralis* и *n. peroneus superficialis* ( $p < 0,05$ ), также эти изменения имели статистически достоверное отличие от показателей группы контроля по критерию Манна–Уитни ( $p < 0,05$ ). При этом скорость распространения волны по чувствительным волокнам практически не менялась на фоне курса лечения, что указывает на преимущественное влияние общих гидрогальванических ванн на аксональную проводимость периферических нервов. Разница амплитуд сенсорных потенциалов *n. suralis* и *n. peroneus superficialis* между исходным и конечным значением составила 36 и 52% соответственно.

**Таблица 1.** Динамика болевого синдрома на фоне курса лечения, Me [ $Q_1$ ;  $Q_3$ ]

**Table 1.** The dynamics of pain syndrome during treatment, Me [ $Q_1$ ;  $Q_3$ ]

Показатель/Indicator	1-я группа (n=42)/1st group (n=42)	2-я группа (n=41)/2nd group (n=41)
ВАШ, баллы/VAS, points		
до лечения/before treatment	5 [3,75; 5,25]	5 [3; 7]
после лечения/after treatment	3 [2; 5,25]	4 [3; 6]
$p^*$	0,046	0,006
Pain DETECT, баллы/Pain DETECT, points		
до лечения/before treatment	15 [9; 19]	17 [10; 20]
после лечения/after treatment	14,5 [7,75; 17,75]	13 [6; 19]
$p$	0,169	0,011

**Примечание.** \* — анализ различий произведен по непараметрическому критерию Вилкоксона (различия считались достоверными при  $p \leq 0,05$ ).

**Note.** \* — differences were analyzed using the nonparametric Wilcoxon test (differences were considered significant at  $p \leq 0.05$ ).

Таблица 2. Динамика показателей шкалы Бека, Освестри и SF-36 на фоне курса лечения

Table 2. The dynamics of the Beck, Oswestry and SF-36 scales against the background of treatment course

Показатель/Indicator	1-я группа (n=42)/1st group (n=42)	2-я группа (n=41)/2nd group (n=41)
Освестри, %/Oswestry, %		
до лечения/before treatment	30 [22; 43]	35,5 [26; 46]
после лечения/after treatment	16,75 [6; 33]	26 [16; 38]
<i>p</i>	0,001	0,006
Шкала Бека, баллы/Beck scale, points		
до лечения/before treatment	16 [9; 22]	17 [10; 20]
после лечения/after treatment	8,5 [2,75; 10,25]	15 [7; 18]
<i>p</i>	0,005	0,066
SF-36 (физический), баллы/SF-36 (physical), points		
до лечения/before treatment	31,98 [29,71; 38,94]	28,96 [23,85; 36,95]
после лечения/after treatment	39,26 [32,8; 45,45]	34,8 [29,38; 42,95]
<i>p</i>	0,006	0,012
SF-36 (психический), баллы/SF-36 (psycho), points		
до лечения/before treatment	38,23 [27,96; 50,25]	39,77 [34,20; 48,57]
после лечения/after treatment	47,47 [32,89; 51,59]	46,11 [33,95; 55,70]
<i>p</i>	0,006	0,114

Для оценки влияния и сравнения эффективности проведенного лечения пациенты обеих групп были приглашены через 3 мес после окончания курса лечения для заполнения диагностических опросников. Была произведена оценка отсроченного влияния терапии у всех пациентов по результатам шкал ВАШ, PD, Освестри, Бека, SF-36 (физический и психический аспекты качества жизни). Данные представлены графически на гистограммах (рис. 1, 2).

У пациентов, получавших общие гидрогальванические ванны, достоверно отмечалось снижение интенсивности боли по ВАШ в отсроченном периоде наблюдения ( $p=0,001$ ) в сравнении с больными контрольной группы ( $p<0,05$ ), у которых было зафиксировано нарастание болевого синдрома через 3 мес после окончания терапии ( $p=0,006$ ) (см. рис. 1). При этом анализ динамики нейропатического болевого синдрома показал, что у пациентов 1-й группы через 3 мес изменения по Pain DETECT были статистически недостоверны, в то время как в контрольной группе после улучшения показателей непосредственно после курса лечения отмечалось угасание эффекта в отсроченном периоде (см. рис. 2).

При оценке динамики степени нарушения жизнедеятельности по опроснику Освестри среди пациентов 1-й группы отмечалась положительная динамика в отсроченном периоде: показатели исследуемой шкалы были ниже исходного уровня, а также ниже уровня, достигнутого непосредственно после окончания курса лечения ( $p=0,001$ ), что свидетельствовало о наращивании эффекта немедикаментозного лечения через 3 мес в отличие от контрольной группы ( $p<0,05$ ), где достигнутый терапевтический результат не был стойким (рис. 3).

Анализ данных, полученных при оценке шкалы Бека, показал, что у пациентов 1-й группы через 3 мес уровень коморбидной депрессии был досто-

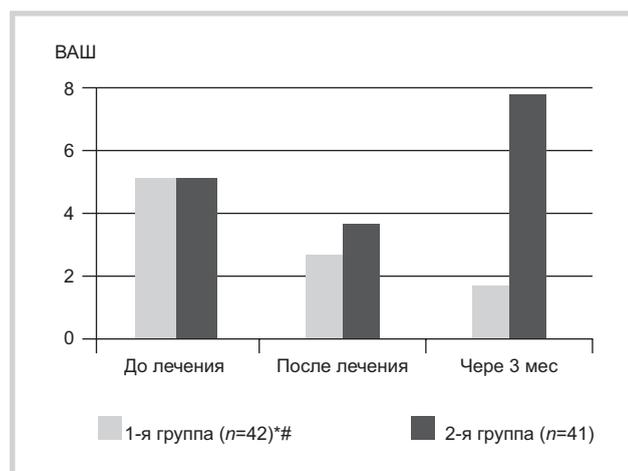


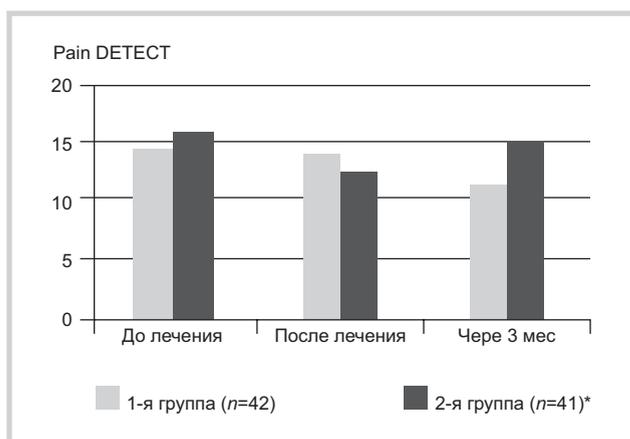
Рис. 1. Динамика болевого синдрома по ВАШ в отсроченном периоде у пациентов обеих групп.

\* — внутригрупповые различия по непараметрическому критерию Вилкоксона статистически достоверны ( $p<0,05$ ); # — статистически достоверное отличие от контрольной группы ( $p<0,05$ ).

Fig. 1. Dynamics of pain according to VAS in the delayed period in patients of both groups.

\* — intragroup differences by the nonparametric Wilcoxon test are statistically significant ( $p<0,05$ ); # — statistically significant difference from the control group ( $p<0,05$ ).

верно ниже исходного значения ( $p=0,006$ ), хотя немного увеличился относительно достигнутого непосредственно после лечения результата. Тем не менее полученные данные позволяют сделать вывод о том, что лечение общими гидрогальваническими ваннами имеет более выраженное влияние на психо-эмоциональное состояние пациентов с пояснично-крестцовой радикулопатией по сравнению с контрольной группой ( $p<0,05$ ), где динамика уровня депрессии относительно исходного уровня была незначительной (11,7%) и статистически недостоверной.



**Рис. 2.** Динамика нейропатического болевого синдрома по опроснику Pain DETECT в отсроченном периоде у пациентов обеих групп.

\* — внутригрупповые различия по непараметрическому критерию Вилкоксона статистически достоверны ( $p < 0,05$ ).

**Fig. 2.** Dynamics of neuropathic pain syndrome according to the Pain DETECT questionnaire in the delayed period in patients of both groups.

\* — intra-group differences by the nonparametric Wilcoxon test are statistically significant ( $p < 0.05$ ).

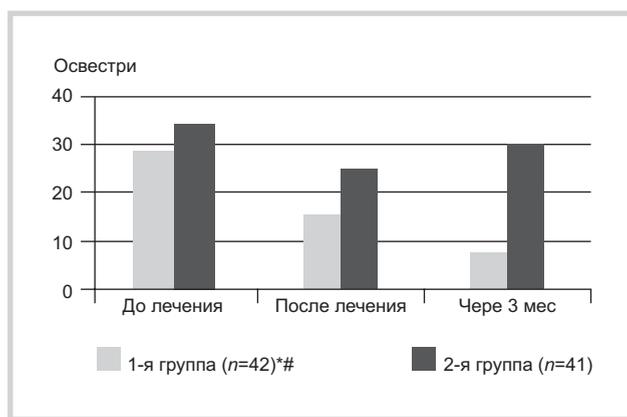
При анализе отсроченных результатов качества жизни было отмечено достоверное улучшение показателей физического аспекта (SFфиз) во всех исследуемых группах ( $p = 0,001$  и  $p = 0,003$  соответственно) по сравнению с исходным уровнем, однако в 1-й группе отмечалась более выраженная динамика по сравнению с контрольной группой ( $p < 0,05$ ). Подобная тенденция наблюдалась и в динамике психического аспекта качества жизни (SFпсих), однако улучшение являлось статистически достоверным только у пациентов, получавших общие гидрогальванические ванны ( $p = 0,01$ ), в отличие от группы контроля ( $p < 0,05$ ).

## Обсуждение

Полученные данные при клинко-неврологическом осмотре свидетельствуют о том, что регресс чувствительных нарушений у пациентов 1-й группы был связан с применением общих гидрогальванических ванн. Механизм их действия складывается из влияния двух физиотерапевтических факторов: пресной воды индифферентной (36—37 °C) температуры и импульсного диадинамического тока. Первая составляющая производит разные физиологические эффекты на организм человека, куда относятся [19, 20]:

— температурное воздействие, вследствие чего происходит значительное усиление кровообращения в коже;

— механический фактор (гидростатическое давление) воды вызывает изменение периферического кровообращения, а также модифицирует эффект температурного воздействия.



**Рис. 3.** Динамика степени ограничения жизнедеятельности по опроснику Освестри в отсроченном периоде у пациентов обеих групп.

\* — внутригрупповые различия по непараметрическому критерию Вилкоксона статистически достоверны ( $p < 0,05$ ); # — статистически достоверное отличие от контрольной группы ( $p < 0,05$ ).

**Fig. 3.** Dynamics of degree of disability according to the Oswestry questionnaire in the delayed period in patients of both groups.

\* — intragroup differences by the nonparametric Wilcoxon test are statistically significant ( $p < 0.05$ ); # — statistically significant difference from the control group ( $p < 0.05$ ).

При воздействии диадинамическим током осуществляется изменение концентрации ионов у клеточных мембран, при этом наступает сокращение мышечного волокна или его напряжение при небольшой силе тока [21]. Эта реакция сопровождается рефлекторным усилением притока крови к возбуждаемым волокнам и повышением интенсивности протекающих обменных процессов.

Совокупность влияния этих факторов на рецепторный аппарат кожных покровов и следующие за этим реакции, вероятно, и приводят к улучшению аксональной проводимости чувствительных волокон периферических нервов, что подтверждается данными стимуляционной ЭНМГ, и регрессу чувствительных нарушений. Таким образом, существенным признаком общих гидрогальванических ванн является сочетанное воздействие двух лечебных факторов: пресной воды и диадинамического тока, что обуславливает их синергетический эффект. Полученные результаты позволили установить, что общие гидрогальванические ванны не влияют на процессы центральной и периферической сенситизации, характерные для нейропатического болевого синдрома, а оказывают анальгезирующее воздействие, уменьшая преимущественно ноцицептивный компонент боли. Положительная динамика показателей опросников Бека, Освестри, SF-36, оценивающих выраженность коморбидной депрессии, степень нарушения жизнедеятельности и качество жизни у пациентов, получавших общие гидрогальванические ванны, может быть связана как с уменьшением интенсивности болевого синдрома, так и со

специфическими особенностями этого метода лечения, поскольку водные процедуры оказывают положительное влияние на психоэмоциональное состояние пациентов с различными нарушениями и здоровых добровольцев.

При оценке отдаленных результатов следует отметить, что немедикаментозные методы имеют преимущество перед фармакотерапевтическим лечением в отсроченном периоде, так как обладают свойством длительно сохранять терапевтический результат, а медикаментозные препараты оказывают эффект непосредственно в момент курса лечения, однако с течением времени он угасает.

## Заключение

В настоящем исследовании проведена клинико-нейрофизиологическая оценка и дано научное обоснование применения общих гидрогальванических ванн у пациентов с пояснично-крестцовой радикулопатией на фоне дегенеративного поражения позвоночника.

На основании данных клинического осмотра и нейрофизиологических исследований выявлено, что метод общих гидрогальванических ванн способствует регрессу чувствительных нарушений в пораженной конечности, улучшает аксональную проводимость чувствительных волокон периферических нервов, уменьшает проявления коморбидной депрессии и имеет положительное влияние на психоэмоциональный фон пациентов, снижает степень ограничения двигательной и повседневной активности в связи с болью в спине, а также улучшает все аспекты качества жизни. Также в результате исследования была сформирована клиническая доказательная база, демонстрирующая эффективность немедикаментоз-

ной терапии в отсроченном (через 3 мес после окончания курса) периоде.

Полученные результаты позволяют включать метод общих гидрогальванических ванн в программу реабилитационного лечения пациентов с пояснично-крестцовой радикулопатией для повышения эффективности проводимой терапии. Практическая значимость проведенного исследования состоит в том, что впервые была изучена технология лечения больных пояснично-крестцовой радикулопатией на фоне дегенеративного поражения позвоночника общими гидрогальваническими ваннами, которая может применяться на этапах лечения и реабилитации больных данной категории в условиях стационара, поликлиники, центров здоровья и санатория.

Важной перспективой для дальнейшего развития темы является изучение метода общих гидрогальванических ванн для лечения других патологий, сопровождающихся болевым синдромом, в частности, ревматических заболеваний, а также сенсорных расстройств периферического и центрального генеза, например полинейропатии, постинсультных нарушений, рассеянного склероза, нарушения спинального кровообращения.

**Участие авторов:** концепция и дизайн исследования — И.В. Бородулина, Н.Г. Бадалов, Т.В. Марфина, С.А. Воловец; сбор и обработка материала — И.В. Бородулина, А.О. Гуша, А.А. Мухина, Т.В. Марфина; статистическая обработка данных — А.А. Мухина; написание текста — И.В. Бородулина; редактирование — Н.Г. Бадалов, А.О. Гуша.

**Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.**

**The authors declare no conflict of interest.**

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Олефиренко В.Т. *Водолечение*. М.: Медицина; 1986. Olefirenko VT. *Vodoteplotolechenie*. M.: Meditsina; 1986. (In Russian).
- Бородулина И.В., Бадалов Н.Г., Мухина А.А., Гуша А.О. Гидрогальванические ванны как метод медицинской реабилитации: обзор литературы и перспективы клинического применения. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2018;95(1):46-52. Borodulina IV, Badalov NG, Mukhina AA, Guscha AO, Marfina TV. Gidrogal'vanicheskie vannы kak metod medicynskoy reabilitacii: obzor literatury i perspektivy klinicheskogo primeneniya. *Problems of balneology, physiotherapy, and exercise therapy*. 2018;95(1):46-52. (In Russian). <https://doi.org/10.17116/kurort201895146-52>
- Сыроечковская М.Н. Гидроэлектрическая ванна. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 1961;38:5:447-450. Syroechkovskaya MN. Hidroelektricheskaya vanna. *Problems of balneology, physiotherapy, and exercise therapy*. 1961;38:5:447-450. (In Russian).
- Ясногородский В.Г. *Электротерапия*. М.: Медицина; 1987. Yasnogorodskiy VG. *Elektroterapiya*. M.: Meditsina; 1987. (In Russian).
- Яхно Н.Н. *Методические рекомендации по диагностике и лечению нейропатической боли*. М.: Изд-во РАМН; 2008. Yahno NN. *Metodicheskie rekomendacii po diagnostike i lecheniyu boli*. M.: RAMN; 2008. (In Russian).
- Schnitzer TJ. Update on guidelines for the treatment of chronic musculoskeletal pain. *Clin Rheumatol*. 2006;25:22-29. <https://doi.org/10.1007/s10067-006-0203-8>
- Артемченко А.Р., Голубев В.Л. *Болевые синдромы в неврологической практике*. М.: МЕД-пресс-информ; 2010. Artemchenko AR, Golubev VL. *Bolevye sindromы v nevrologicheskoy praktike*. M.: MED-press-inform; 2010. (In Russian).
- Huskinson EC. Measurement of pain. *Lancet*. 1974;304(7889):1127-1131.
- Bennett MI, Attal N, Backonja MM, Baron R, Bouhassira D, Freynhagen R, Scholz J, Tölle TR, Wittchen HU, Jensen TS. Using screening tools to identify neuropathic pain. *Pain*. 2007;127(3):199-203. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2006.10.034>
- Freynhagen R, Baron R, Gockel U, Tölle T. Pain DETECT: a new screening questionnaire to detect neuropathic components in patients with back pain. *Curr Med Res Opin*. 2006;22(10):1911-1920. <https://doi.org/10.1185/030079906X132488>
- Fairbank JC. The Oswestry Disability Index. *Spine*. 2000;25(22):2940-2952.
- Бывальцев В.А., Белых Е.Г., Сорокинов В.А., Арсентьева Н.И. Использование шкал и анкет в вертебрологии. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2011;9(2):51-56.

- Byval'tsev VA, Belyh EG, Sorokovikov VA, Arsent'eva NI. Ispol'zovanie shkal i anket v vertebrologii. *Zhurnal nevrologii i psikhiiatrii im. S.S. Korsakova*. 2011;111(9-2):51-56. (In Russian).
13. Николаев С.Г. *Практикум по клинической электромиографии*. Иваново: Ивановская государственная медицинская академия; 2003. Nikolaev SG. *Praktikum po klinicheskoy elektromiografii*. Ivanovo: Ivanovskaya gosudarstvennaya meditsinskaya akademiya; 2003. (In Russian).
14. Рогожин А.А., Девликамова Ф.И. Электромиографическая диагностика радикулопатий. *Практическая медицина*. 2012;2(57):47-50. Rogozhin AA, Devlikamova FI. Elektromiograficheskaya diagnostika radikulopatiy. *Prakticheskaya meditsina*. 2012;2(57):47-50. (In Russian).
15. Latorre-Roman PA, Rentero-Blanco M, Laredo-Aguilera JA, García-Pinillos F. Effect of a 12-day balneotherapy programme on pain, mood, sleep, and depression in healthy elderly people. *Psychogeriatrics*. 2015;15(1):14-19. <https://doi.org/10.1111/psyg.12068>
16. Naumann J, Grebe J, Kaifel S, Weinert T, Sadaghiani C, Huber R. Effects of hyperthermic baths on depression, sleep and heart rate variability in patients with depressive disorder: a randomized clinical pilot trial. *BMC Complement Altern Med*. 2017;17(1):172. <https://doi.org/10.1186/s12906-017-1676-5>
17. Robiner WN. Psychological and physical reactions to whirlpool baths. *J Behav Med*. 1990;13(2):157-173.
18. De Maricourt P, Gorwood P, Hergueta T, Galinowski A, Salamon R, Diallo A, Vaugeois C, Lépine JP, Olié JP, Dubois O. Balneotherapy together with a psychoeducation program for benzodiazepine withdrawal: a feasibility study. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2016;8961709. <https://doi.org/10.1155/2016/8961709>
19. Мухина А.А., Бадалов Н.Г., Артикулова И.Н. Общие гидрогальванические ванны в лечении больных диабетической ангиопатией нижних конечностей. *Физиотерапевт*. 2012;8:65-69. Mukhina AA, Badalov NG, Artikulova IN. Obshchie gidrogal'vanicheskie ванны v lechenii bol'nykh diabeticheskoy angiopatiy i polineuropatiy. *Fizioterapevt*. 2012;8:65-69. (In Russian).
20. Günther V, Mur E, Kinigadner U, Miller C. Fibromyalgia — the effect of relaxation and hydrogalvanic bath therapy on the subjective pain experience. *Clin Rheumatol*. 1994;13(4):573-578. <https://doi.org/10.1007/bf02242996>
21. Коротнев Н.И. *Основы электротерапии и электродиагностики*. М.: Медицина; 1927. Korotnev NI. *Osnovy elektroterapii i elektrodiagnostiki*. М.: Meditsina; 1927. (In Russian).

Получена 29.07.19

Received 29.07.19

Принята в печать 17.09.19

Accepted 17.09.19

## Сравнительная оценка эффективности разных режимов магнитотерапии у пациентов с остеоартритом

© И.П. ОСНОВИНА, Н.В. АЛЕКСЕЕВА

ФГБОУ ВО «Ивановская государственная медицинская академия» Минздрава России, Иваново, Россия

### Резюме

Импульсная низкочастотная магнитотерапия — современный метод лечения заболеваний опорно-двигательного аппарата, в том числе остеоартрита. Эффективность лечебного воздействия во многом зависит от биотропных характеристик магнитных полей — вида магнитного поля, индукции, частоты, формы импульса, экспозиции, зоны воздействия.

**Цель исследования** — провести сравнительный анализ эффективности применения различных режимов магнитотерапии с использованием импульсного низкочастотного магнитного поля у пациентов с остеоартритом коленного сустава.

**Материал и методы.** В рандомизированное плацебо-контролируемое клиническое исследование были включены 262 пациента с остеоартритом коленного сустава II—III степени по классификации Kellgren-Lawrence. В 1-ю группу вошли 56 пациентов, получавших локальную магнитотерапию на коленный сустав с применением бегущего импульсного магнитного поля (БИМП) — 20 мТл, частота 6,25 Гц, экспозиция 20 мин. Во 2-ю группу включили 99 больных, которым проводилось воздействие магнитным полем с использованием комбинации режимов: 3 дня — импульсное магнитное поле (ИМП) с индукцией 2 мТл, частотой 100 Гц, затем режим БИМП — 20 мТл, частота 6,25 Гц, длительность 20 мин, количество процедур — 12. В 3-ю группу вошли 97 пациентов, которые получали плацебо-магнитотерапию на область коленного сустава. При анализе результатов использовались шкалы ВАШ (100 мм) и WOMAC, а также субъективная оценка пациентами результатов лечения (5-балльная шкала).

**Результаты.** Установлено выраженное симптом-модифицирующее влияние магнитотерапии (по ВАШ и WOMAC) в виде снижения выраженности боли у пациентов с гонартрозом ( $p < 0,01$ ). Отмечено достоверное улучшение индексов боли и скованности, а также функциональных характеристик (WOMAC), более выраженное у пациентов, которые получали комбинированный режим воздействия магнитным полем ( $p < 0,01$ ). Применение магнитотерапии с использованием различных режимов является безопасным для пациентов и не вызывает серьезных неблагоприятных событий.

**Заключение.** Применение магнитотерапевтической аппаратуры, позволяющей использовать различные биотропные характеристики магнитного поля, является эффективной и безопасной технологией лечения пациентов с остеоартритом.

**Ключевые слова:** биотропные характеристики магнитного поля, остеоартрит коленного сустава, бегущее магнитное поле, импульсная низкочастотная магнитотерапия.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Основина И.П. — к.м.н.; <https://orcid.org/0000-0002-4828-5645>; eLibrary SPIN: 4938-7822

Алексеева Н.В. — к.м.н.; <https://orcid.org/0000-0001-8972-3376>; eLibrary SPIN: 1325-1233

### АВТОР, ОТВЕТСТВЕННЫЙ ЗА ПЕРЕПИСКУ:

Основина Ирина Павловна — e-mail: [iosnovina@mail.ru](mailto:iosnovina@mail.ru)

### КАК ЦИТИРОВАТЬ:

Основина И.П. Алексеева Н.В. Сравнительная оценка эффективности разных режимов магнитотерапии у пациентов с остеоартритом. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2020;97(3):43–52. <https://doi.org/10.17116/kurort20209703143>

## Comparative evaluation of effectiveness of different magnetotherapy regimens in patients with osteoarthritis

© I.P. OSNOVINA, N.V. ALEKSEEVA

Ivanovo State Medical Academy of the Ministry of Health of Russia, Ivanovo, Russia

### Abstract

Impulse low-frequency magnetotherapy is a modern method of treating diseases of the musculoskeletal system, including osteoarthritis. The effectiveness of the therapeutic effect largely depends on the biotropic characteristics of the magnetic fields — the type of magnetic field, induction, frequency, pulse shape, exposure, exposure zone.

**Aim of study** — to conduct a comparative analysis of effectiveness of applying various modes of magnetotherapy using an impulse low-frequency magnetic field in patients with osteoarthritis.

**Materials and methods.** A randomized, placebo-controlled clinical trial included 262 patients with grade II—III knee osteoarthritis according to the Kellgren-Lawrence classification. The 1st group included 56 patients who received local magnetic therapy

on the knee using a running pulsed magnetic field (RPMF) — 20 mT, frequency 6.25 Hz, exposure time 20 min. The 2nd group included 99 patients who were exposed to a magnetic field using a combination of modes: 3 days — an impulse magnetic field (IMF) with induction of 2 mT, frequency of 100 Hz, then RPMF mode — 20 mT, frequency of 6.25 Hz, duration 20 min, number of procedures — 12. The third group included 97 patients who received placebo-magnetotherapy on the knee joint area. When analyzing the results, the VAS (100 mm) and WOMAC scales were used, as well as the subjective assessment of the treatment results by patients (5-point scale).

**Results.** A pronounced symptom-modifying effect of magnetotherapy (according to VAS and WOMAC) was established in the form of a decrease in the severity of pain in patients with gonarthrosis ( $p < 0.01$ ). There was a significant improvement in pain and stiffness indices, as well as functional characteristics (WOMAC), more pronounced in patients who received a combined regime of exposure to a magnetic field ( $p < 0.01$ ). The use of magnetotherapy using various modes is safe for patients and does not cause serious adverse events.

**Conclusion.** The application of magnetotherapy equipment, which allows the use of various biotropic characteristics of magnetic field, is an effective and safe technology for treatment of patients with osteoarthritis.

**Keywords:** biotropic characteristics of magnetic field, osteoarthritis of knee joint, running magnetic field, impulse low-frequency magnetotherapy.

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Osnovina I.P. — <https://orcid.org/0000-0002-4828-5645>

Alekseeva N.V. — <https://orcid.org/0000-0001-8972-3376>

#### CORRESPONDING AUTHOR:

Osnovina I.P. — e-mail: [iosnovina@mail.ru](mailto:iosnovina@mail.ru)

#### TO CITE THIS ARTICLE:

Osnovina IP, Alekseeva NV. Comparative evaluation of effectiveness of different magnetotherapy regimens in patients with osteoarthritis. *Problems of balneology, physiotherapy, and exercise therapy*. 2020;97(3):43-52. (In Russian). <https://doi.org/10.17116/kurort20209703143>

Остеоартрит (ОА) занимает ведущее место среди патологий опорно-двигательного аппарата. По данным медицинской статистики, им страдают более 250 млн больных в мире [1]. Совершенствование лечения ОА, в том числе применение немедикаментозных терапевтических технологий, является актуальной задачей современной медицины. Согласно клиническим рекомендациям, лечение ОА направлено прежде всего на симптомы болезни (уменьшение боли и улучшение функции суставов) и включает комбинацию медикаментозных и нефармакологических методов [2].

Вторично, по мере снижения боли, улучшаются функционирование и мобильность суставов, имеет место восстановление активности пациента и повышение качества жизни. Несмотря на большое количество лечебных подходов и создание новых лекарственных препаратов, эффективность и безопасность терапии ОА, к сожалению, остается неудовлетворительной, что и обуславливает актуальность создания новых медицинских программ и технологий.

Магнитное поле, являясь физиологичным, хорошо переносимым большинством пациентов методом физического воздействия, обладает собственным клинико-патогенетическим эффектом — уменьшает воспаление, снимает спазм мышечной ткани, улучшает кровоснабжение и трофику суставов и, по сути, благодаря влиянию на интенсивность боли и воспалительный процесс представляет собой симптом-модифицирующий фактор [3].

В связи с этим уместно поднять вопрос об изучении выраженности клинических эффектов в зависимости от параметров магнитного поля. Под «биотроп-

ными параметрами» понимают физические характеристики магнитного поля, определяющие первичные, биологически значимые физико-химические и информационные механизмы действия поля, которые обуславливают формирование соответствующих реакций как отдельных органов, так и организма в целом. К ним относится не только вид поля, но также индукция, частота, вектор, градиент и частота поля, форма во времени и пространстве, экспозиция и локализация воздействия. От каждого из параметров зависят в той или иной мере эффективность лечения и переносимость терапии пациентом [4, 5].

Различный характер эффектов и явлений, происходящих в биологических объектах при воздействии на них магнитных полей, можно объяснить неравнозначными условиями самих экспериментов, которые и определяют конечный результат проведенных исследований [6]. Поэтому, несмотря на многообразие работ по изучению влияния магнитных полей на различные структуры организма, они не создают впечатления законченных систематических исследований, достаточных для построения теории, объясняющей такое влияние.

Таким образом, представляется интересным и актуальным проведение плацебо-контролируемого исследования эффективности применения различных режимов магнитотерапии на примере такой «классической» нозологической формы, как ОА коленного сустава.

Цель настоящего исследования — провести сравнительный анализ эффективности применения различных режимов магнитотерапии с использованием

импульсного низкочастотного магнитного поля у пациентов с остеоартритом коленного сустава.

## Материал и методы

В клиническое исследование были включены 262 пациента с ОА коленного сустава II—III степени по классификации Kellgren—Lawrence, соответствующие диагностическим критериям ОА Американской коллегии ревматологов (ACR).

*Критериями включения* в исследование являлись: возраст старше 18 лет; установленный диагноз «остеоартрит коленного сустава», рентгенологическая стадия менее IV (по Kellgren—Lawrence), длительность ОА не менее 2 лет; общее удовлетворительное состояние и/или отсутствие заболеваний, влияющих на интерпретацию результатов исследования; подписанное информированное согласие.

*Критерии невключения:* возраст моложе 18 лет; беременность; рентгенологическая стадия ОА IV (по Kellgren—Lawrence); проведение внутрисуставных инъекций в период исследования; лечение глюкокортикоидными в течение последнего месяца перед началом исследования; сахарный диабет (СД) 1-го типа; наличие других ревматологических заболеваний в активной фазе (ревматоидный артрит, системная красная волчанка, реактивный артрит); наличие заболеваний и состояний, являющихся противопоказаниями к назначению магнитотерапии (МТ).

Для МТ использовали серийный аппарат низкочастотной импульсной МТ (АЛМАГ+) с возможностью работы в 3 режимах. Для исследования использовали 2 режима: 1-й режим — бегущее импульсное магнитное поле (БИМП), частота возбуждения катушки-индуктора 6,25 Гц, амплитудное значение магнитной индукции на рабочей поверхности катушки  $20 \pm 6$  мТл; 3-й режим — неподвижное импульсное магнитное поле (ИМП), частота 100 Гц, значение магнитной индукции  $6 \pm 2$  мТл. Экспозиция на сустав составила 20 мин, количество процедур — 12. Методика МТ соответствовала требованиям клинических рекомендаций [7].

В 1-ю группу (БИМП 1 режим) вошли 56 пациентов, получавших магнитное воздействие БИМП в 1-м режиме с экспозицией 20 мин на область коленного сустава.

Во 2-ю группу (ИМП 3+1 режим) были включены 99 пациентов, которым проводилась МТ с использованием смены режимов воздействия: режим 3-й — 4—5 процедур, далее 1-й режим — 7—8 процедур на область коленного сустава.

В 3-ю группу (МТ-плацебо) вошли 97 пациентов, получавших плацебо-МТ с использованием макета аппарата АЛМАГ+.

Средний возраст пациентов составил  $62,49 \pm 11,8$  года, длительность заболевания в среднем —  $6,63 \pm 1,83$  года. В выборке преобладали женщины —

206 (78,6%) пациенток. У 250 (82%) больных была II—III рентгенологическая стадия процесса (по Kellgren—Lawrence).

Более чем у  $1/2$  пациентов — 136 (51,1%) — было диагностировано ожирение по превышению показателя ИМТ. У существенной части больных отмечалось наличие коморбидной патологии: наиболее часто встречалась артериальная гипертензия — в среднем у 53,38% пациентов по всем группам сравнения, ишемическая болезнь сердца (ИБС) — у 21,45%, язвенный анамнез и диспепсия — у 10,6%, СД 2-го типа — у 14,32%, хроническая болезнь почек — у 2,3% (табл. 1).

Дизайн исследования включал два визита к врачу: первый — скрининговый отбор и начало лечения, второй — через 15 сут после завершения курса. Для оценки эффективности лечения анализировали интенсивность боли в коленном суставе по визуальной аналоговой шкале (ВАШ) до и после проводимой терапии; по шкале WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities) в баллах определяли динамику по 4 позициям (болевой синдром, скованность, функциональная активность, суммарный индекс). Оценка безопасности осуществлялась на протяжении всего исследования. Статистическую обработку проводили с использованием программы Statistica Base 6.0. При описании признаков применяли среднее арифметическое ( $M$ ) и стандартное отклонение ( $SD$ ), при сравнении зависимых групп по количественному признаку —  $t$ -критерий Стьюдента. Достоверными считали различия при уровне значимости  $p < 0,05$ .

## Результаты

Интенсивность болевого синдрома, оцениваемая на момент первого осмотра по ВАШ (100 мм), составила в покое у пациентов 1-й группы в среднем 39,0 мм, 2-й — 37,35 мм, 3-й — 34,92 мм; при движении — 61,7, 62,94 и 59,1 мм соответственно. По шкале WOMAC суммарное значение боли в 1-й группе составило 217,35 балла, во 2-й — 244,89, в 3-й — 205,77 балла. Наибольшую выраженность боли (средней интенсивности) пациенты испытывали при функциональной нагрузке (подъем по лестнице и движения в коленном суставе). Исходные показатели выраженности боли во всех трех анализируемых группах достоверно не различались ( $p > 0,05$ ) (табл. 2).

После оценки проведенной терапии в конечной точке исследования была отмечена положительная динамика, отражающая уменьшение выраженности болевого синдрома во всех группах наблюдения. При использовании МТ в 1-й и 2-й группах было выявлено выраженное уменьшение показателя боли по ВАШ (100 мм) (рис. 1). Полученные результаты уменьшения боли по ВАШ в покое и при движении являлись достоверными по сравнению с исходными величинами ( $p < 0,05$ ) и недостоверными при сравнении между группами ( $p > 0,05$ ).

Таблица 1. Характеристика пациентов, входящих в группы исследования

Table 1. Characteristics of examined patients

Показатель Indicator	1-я группа (n=56) Group 1 (n=56)	2-я группа (n=99) Group 2 (n=99)	3-я группа (n=97) Group 3 (n=97)	p
	БИМП (1 режим) RPMF (1 regime)	ИМП (3+1 режим) IMF (3+1 regime)	плацебо-МТ placebo MT	
Пол, женский, абс. (%) Gender, female, abs. (%)	46 (82,11)	81 (80,82)	79 (81,42)	0,343
Возраст, годы, $M \pm \sigma$ Age, years, $M \pm \sigma$	63,65 $\pm$ 11,92	61,53 $\pm$ 12,44	62,30 $\pm$ 11,21	0,486
Возраст 65 лет и старше, % Age 65 years and older, %	49,31	47,23	50,91	0,412
ИМТ $\geq 30$ кг/м <sup>2</sup> , абс. (%) BMI $\geq 30$ kg/m <sup>2</sup> (%)	29 (51,81)	50 (51,55)	47 (50,54)	0,264
Артериальная гипертензия, абс. (%) Arterial hypertension, abs. (%)	32 (57,14)	52 (52,52)	47 (50,51)	0,526
ИБС, абс. (%) CHD, abs. (%)	14 (25)	19 (19,2)	19 (20,2)	0,428
СД, абс. (%) DM, abs. (%)	9 (16,07)	16 (16,21)	10 (10,72)	0,465
Другая соматическая патология, абс. (%) Other somatic pathology, abs. (%)	14 (25,0)	40 (40,40)	23 (24,50)	0,762
Длительность ОА, годы Duration of OA, years	6,62	7,12	6,21	0,855
Рентгенологическая стадия ОА, абс. (%) X-ray stage of OA (%)*				
I	6 (10,71)	16 (16,20)	17 (18,11)	
II	44 (78,60)	56 (56,62)	57 (60,61)	
III	6 (10,72)	27(27,0)	20 (21,31)	
Прием НПВП, абс. (%) NSAID intake (%)	47 (83,92)	77 (81,0)	69 (72,63)	0,443
Наличие синовита, % Presence of synovitis, %	21,61	25,43	16,82	0,147

Примечание. \* — по Kellgren-Lawrence; p — достоверность различий между группами.

Note. \* — according to Kellgren-Lawrence; p — significance of differences between groups.

Таблица 2. Оценка динамики интенсивности боли по ВАШ у пациентов с ОА коленного сустава

Table 2. Evaluation of the dynamics of pain intensity by VAS in patients with gonarthrosis

Показатель Indicator	1-я группа (n=56) Group 1 (n=56)	2-я группа (n=99) Group 2 (n=99)	3-я группа (n=97) Group 3 (n=97)
	БИМП (1 режим) RPMF (1 regime)	ИМП (3+1 режим) IMF (3+1 regime)	плацебо-МТ placebo MT
Боль в покое, мм Pain at rest, mm			
до лечения before treatment	39,0	37,35	34,9
после лечения after treatment	20,10	21,80	21,33
динамика, $\Delta$ , мм (% к исх.) dynamics, $\Delta$ , mm (% to init.)	-18,90 (48,46%) *	-15,45 (41,63%)	-13,59 (38,92%)
Боль при движении, мм Pain during movement, mm			
до лечения before treatment	61,70	62,94	59,10
после лечения after treatment	36,25	34,18	38,69
динамика, $\Delta$ , мм (% к исх.) dynamics, $\Delta$ , mm (% to init.)	-25,45 (41,25%)	-28,76(45,69%)*	-20,41 (34,53%)

Примечание. \* — значение достоверно по отношению к исходному показателю.

Note. \* — the value is reliable in relation to initial indicator.

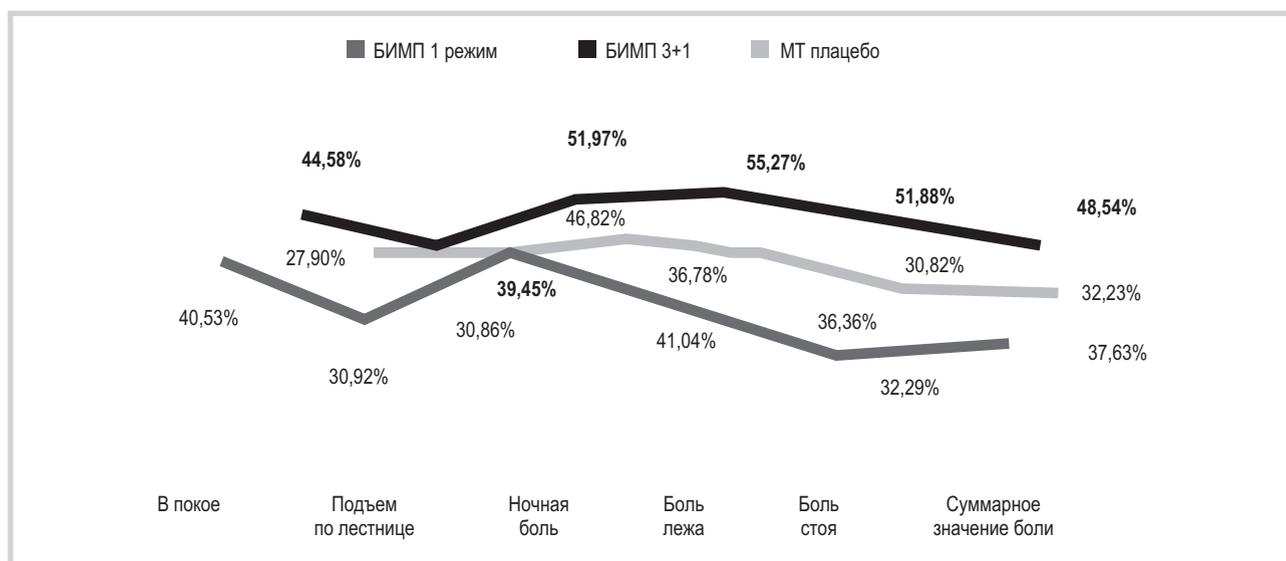


Рис. 1. Различие между группами по величине снижения интенсивности боли по шкале WOMAC (%).

Fig. 1. Difference between groups according to magnitude of decrease in pain intensity according to the WOMAC scale (%).

К сожалению, возможности шкалы ВАШ при характеристике болевого синдрома достаточно одномерны, так как дают представление лишь об интенсивности боли в покое и при движении. Поэтому целесообразным представлялось соотнести результаты с функциональными характеристиками, связанными с повседневной активностью человека. По рекомендациям Американской коллегии ревматологов (ACR) и Европейской антиревматической лиги (EULAR), эффективность терапии у больных с ОА возможно оценивать при помощи опросника WOMAC, учитывающего различные виды мобильности пациента в баллах.

Оценка динамики болевого статуса пациентов с остеоартритом по шкале WOMAC (табл. 3) позволила получить следующие результаты: у пациентов 2-й группы (ИМП 3+1 режим) было получено значительное и достоверное улучшение практически по всем показателям шкалы, включая суммарное значение — отмечалось снижение боли на величину от 44,58 до 55,27% к исходному значению по анализируемым параметрам ( $p < 0,05$ ). Исключение составляла позиция «боль при подъеме на лестницу», где динамика индекса имела положительную тенденцию, не достигая достоверных значений. Достоверная разница результатов по показателям шкалы WOMAC «боль» (ходьба, ночная боль, боль в положении стоя и лежа, суммарное значение) была зафиксирована между 2-й и 3-й группой ( $p < 0,05$ ). При проведении МТ-плацебо была отмечена тенденция к снижению показателей боли по отношению к исходной величине, однако различия не достигали достоверной значимости ( $p > 0,05$ ).

Полученные данные служат доказательством симптом-модифицирующего эффекта магнитного поля, демонстрируя более выраженное действие комплекс-

ной терапии с использованием магнитного поля на функцию «боль» (рис. 1).

При анализе динамики показателя «скованность» по шкале WOMAC был установлен достоверный позитивный эффект у пациентов, получавших МТ (по значению дельты между исходной и конечной точкой контроля).

В 1-й группе показатель снизился по отношению к исходному с 93,75 до 60,05 балла, достигнув значения 35,97%, во 2-й группе динамика уменьшения скованности (с 103,19 до 57,26 балла) после лечения достигла значения 44,49% ( $p < 0,05$ ), тогда как в 3-й группе (МТ-плацебо) снижение составило 29,01% (с 93,43 до 66,32 балла) по отношению к исходной величине ( $p > 0,05$ ) (рис. 2). Следует отметить более значимый по сравнению с 1-й группой результат динамики скованности во 2-й группе (ИМП 3+1 режим), где различия в абсолютной и процентной величине снижения скованности были достоверными как по сравнению с исходной величиной, так и результатами 3-й группы ( $p < 0,05$ ).

При анализе батареи шкал WOMAC «функциональная активность», состоящей из 17 показателей, в группах пациентов, получавших воздействие магнитным полем, эффект был достоверно выше, по сравнению с исходными значениями. Выраженный позитивный эффект был достигнут во 2-й группе (ИМП 3+1 режим), где улучшение было зафиксировано по всем анализируемым параметрам, приведенным в шкале ( $p < 0,05$ ) (рис. 3). В 1-й группе динамика показателей функциональной активности также имела удовлетворительную тенденцию к улучшению. В 3-й группе (МТ-плацебо) достоверный результат изменений к исходным показателям не был достигнут по 6 позициям шкалы ( $p > 0,05$ ). Суммарный показатель по шкале WOMAC, включающий интегративную

Таблица 3. Динамика показателя боли у пациентов с ОА коленного сустава по шкале WOMAC

Table 3. The dynamics of pain in patients with gonarthrosis according to the WOMAC scale

Показатель Indicator	1-я группа (n=56) Group 1 (n=56)	2-я группа (n=99) Group 2 (n=99)	3-я группа (n=97) Group 3 (n=97)
	БИМП (1 режим) RPMF (1 regime)	ИМП (3+1 режим) IMF (3+1 regime)	плацебо-МТ placebo MT
Боль при движении, мм Pain during movement, mm			
до лечения before treatment	47,50	49,62	41,60
после лечения after treatment	28,25	27,50	29,99
динамика, Δ, мм (% к исх.) dynamics, Δ, mm (% to init.)	-19,25 (40,53%)	-22,12 (44,58%)*	-11,71 (27,91%)
Подъем по лестнице Stairs climbing up			
до лечения баллы before treatment, points	62,25	64,68	60,21
после лечения баллы after treatment, points	43,0	39,16	41,63
динамика, Δ, (% к исх.) dynamics, Δ, (% to init.)	-19,25 (30,92%)	-25,52 (39,45%)*	-18,58 (30,86%)
Ночная боль Pain at night			
до лечения баллы before treatment, points	38,55	44,56	39,80
после лечения баллы after treatment, points	25,16	21,40	25,16
динамика, Δ, (% к исх.) dynamics, Δ, (% to init.)	-13,39 (46,82%)*	-23,16 (51,97%)*	-14,64 (36,78%)*
Боль лежа/сидя в покое Lying / sitting pain			
до лечения баллы before treatment, points	33,75	38,99	32,48
после лечения баллы after treatment, points	19,90	17,44	20,67
динамика, Δ, (% к исх.) dynamics, Δ, (% to init.)	-13,85 (41,04%)*	-21,55 (55,27%)*	-11,81 (36,36%)*
Боль стоя Pain when standing			
до лечения баллы before treatment, points	35,30	44,91	33,81
после лечения баллы after treatment, points	23,90	21,61	23,39
динамика, Δ, (% к исх.) dynamics, Δ, (% to init.)	-11,40 (32,29%)*	23,30 (51,88%)*	10,42 (30,82%)*
Суммарный показатель Summary indicator			
до лечения баллы before treatment, points	217,35±2,879	244,89±1,236	205,77±2,571
после лечения баллы after treatment, points	135,55±1,785	125,99±1,005	139,46±0,83
динамика, Δ, (% к исх.) dynamics, Δ, (% to init.)	38,63%	48,54%*	32,23%
p	>0,05	<0,05	>0,05

Примечание. \* — значение достоверно по отношению к исходному показателю.

Note. \* — the value is reliable in relation to initial indicator.

оценку функциональной активности по всем 17 показателям, в 1-й группе составил 31,58%, во 2-й — 47,96% ( $p < 0,05$ ), в 3-й группе — 35,3% по отношению к исходному значению.

При проведении анализа субъективной оценки результатов лечения по 5-балльной шкале в группе пациентов, получавших МТ, результаты были достоверно выше показателей группы МТ-плацебо ( $p < 0,05$ ).

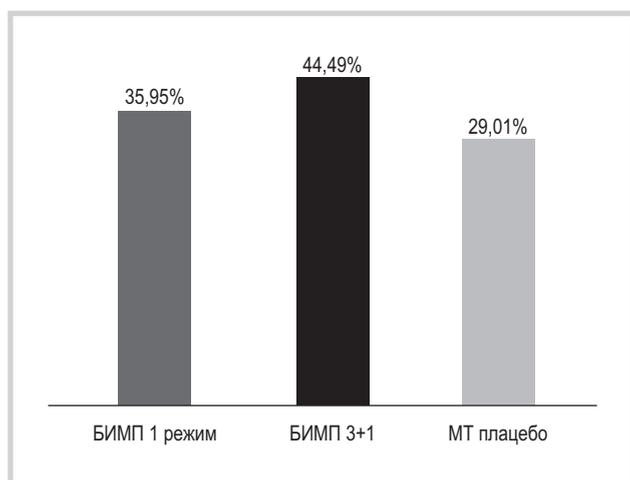


Рис. 2. Динамика показателя «скованность» по шкале WOMAC у пациентов с ОА коленного сустава после курса лечения (%).

Fig. 2. Dynamics of indicator «stiffness» on the WOMAC scale in patients with gonarthrosis after treatment (%).

Эффективность результатов лечения во 2-й группе (ИМП 3+1 режим) была достоверно выше ( $p < 0,05$ ), особенно по сравнению с результатами 3-й группы (МТ-плацебо). Это особенно явно видно в отношении суммарного значения «хорошей» и «отличной» оценок результатов лечения по группам — такую оценку дали 55% больных 1-й и 2-й групп, получавших МТ, и 29,2% пациентов 3-й группы.

По всем параметрам проводимой оценки по WOMAC (боль, скованность, функциональная активность), выраженности боли по шкале ВАШ (100 мм) динамика была значимо выше во 2-й группе пациентов, получавших импульсную МТ в режиме 3+1, причем показатели были достоверно выше плацебо-МТ ( $p < 0,05$ ) (табл. 4, рис. 4).

### Нежелательные явления

Переносимость терапии в 1-й и 2-й группах была хорошей. На основании наблюдения за пациентами

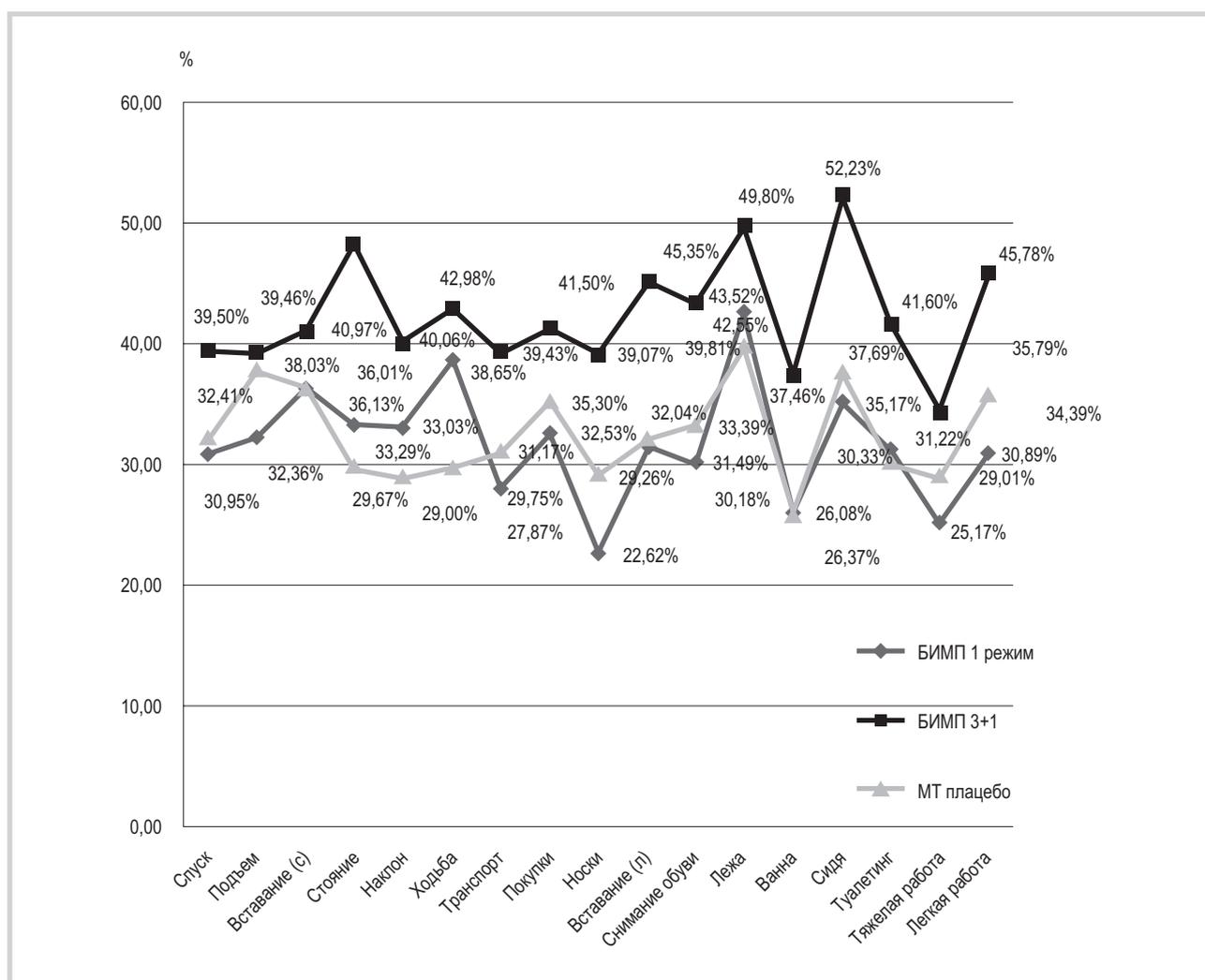


Рис. 3. Динамика показателя «функциональная активность» по шкале WOMAC у пациентов с ОА коленного сустава после курса лечения (%).

Fig. 3. Dynamics of indicator «functional activity» on the WOMAC scale in patients with gonarthrosis after treatment (%).

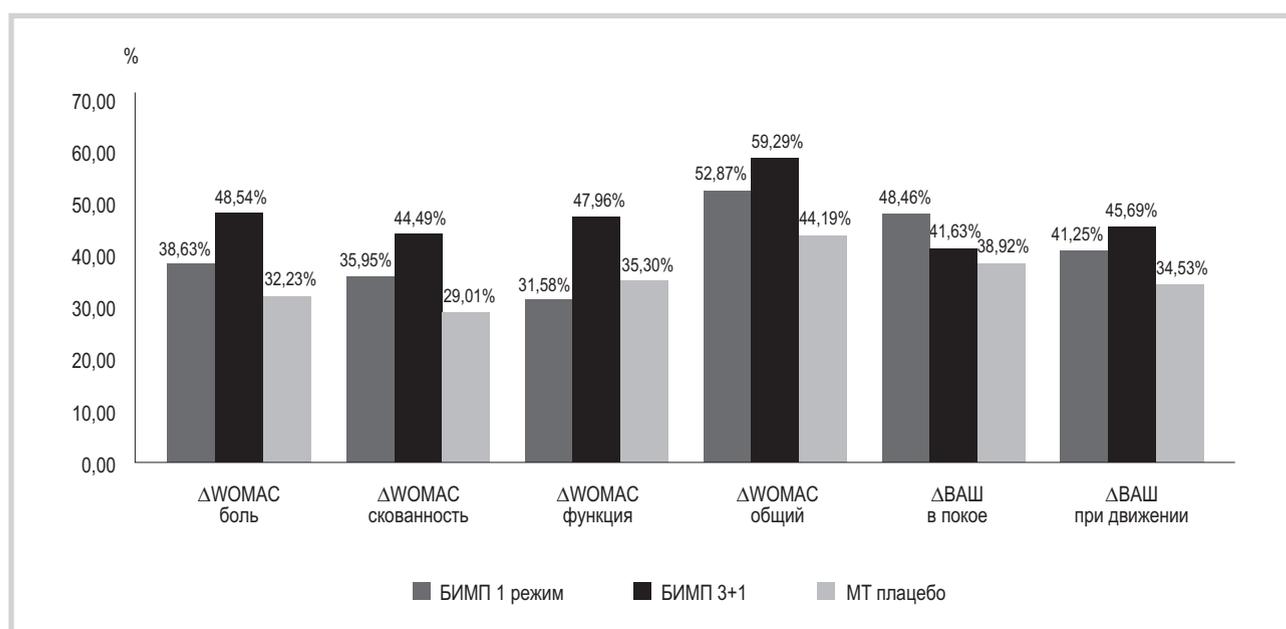
**Таблица 4.** Динамика индексов по шкале WOMAC и выраженности боли по ВАШ у пациентов с ОА коленного сустава после курса лечения (%)

**Table 4.** Dynamics of WOMAC indices and severity of pain according to VAS in patients with gonarthrosis after course of treatment (%)

Показатель (% к исходному) Indicator (% to initial)	1-я группа (n=56) Group 1 (n=56)	2-я группа (n=99) Group 2 (n=99)	3-я группа (n=97) Group 3 (n=97)
	БИМП (1 режим) RPMF (1 regime)	ИМП (3+1 режим) IMF (3+1 regime)	Плацебо-МТ Placebo MT
Δ WOMAC боль Δ WOMAC pain	38,63%	48,54%*	32,23%
Δ WOMAC скованность Δ WOMAC stiffness	35,95%	44,49%*	29,01%
Δ WOMAC функция Δ WOMAC function	31,58%	47,96%*	35,30%
Δ WOMAC общий Δ WOMAC general	52,87%*	59,29%*	44,19%
Δ ВАШ в покое Δ VAS in rest	48,46%*	41,63%	38,92%
Δ ВАШ при движении Δ VAS at moving	41,25%	45,69%*	34,53%

Примечание. \* — значение достоверно по отношению к исходному показателю ( $p < 0,05$ ).

Note. \* — the value is reliable in relation to the initial indicator ( $p < 0.05$ ).



**Рис. 4.** Сравнение динамики индексов по шкале WOMAC и выраженности боли по ВАШ у пациентов с ОА коленного сустава.

**Fig. 4.** Comparison of dynamics of indexes on the WOMAC scale and severity of pain according to VAS in patients with gonarthrosis.

с гонартрозом, участвовавшими в клиническом исследовании, по данным опроса, осмотра области коленного сустава не было выявлено неблагоприятных событий, недостатков аппарата АЛМАГ+. Во 2-й группе наблюдения в 2 случаях после 2-й процедуры МТ отмечалось незначительное усиление боли в области сустава, не потребовавшее изменения терапии. Оснований для приостановки и досрочного завершения исследования не было. В 3-й группе усиление боли было отмечено у 8 пациентов, что потребовало замены НПВП и в 1 случае — дополнительного назначения миорелаксантов.

## Обсуждение

Современная терапия ОА проблемно ориентирована на основные симптомы болезни — уменьшение боли и улучшение функциональной состоятельности суставов. По данным симптом-модифицирующих признаков оценивают клиническую эффективность проводимой терапии. Согласно полученным в ходе настоящего исследования данным, во всех группах наблюдения отмечалось положительное влияние терапии на состояние пациентов с ОА коленного сустава.

ва. Однако лишь у пациентов 1-й и 2-й групп, получавших МТ, большинство анализируемых показателей достигало достоверных величин при сравнении с исходным показателем ( $p < 0,05$ ).

Импульсное низкочастотное магнитное поле при использовании оптимальных терапевтических параметров воздействия (за счет эффектов Лоренца и Холла) обладает симптом-модифицирующими свойствами — уменьшает боль и воспаление, снимает спазм с мышечной ткани, улучшает кровоснабжение и трофику суставов, что оказывает положительное влияние на функциональное состояние опорно-двигательного аппарата. При воздействии магнитных полей с небольшой индукцией (до 100 мТл) в жидких средах организма наводятся токи малой силы (микротоки), которые не вызывают возбуждения нервных и мышечных клеток, но оказывают активирующее влияние на возбудимость и проводимость нервных волокон, чувствительность рецепторов, синаптическую передачу. В основе биологического и лечебного действия индукционных микротоков лежит вызываемое ими изменение состояния клеточных мембран и связанных с мембранами ферментативных и рецепторных молекул, повышение проницаемости плазмолеммы клеток. В итоге реализация биофизических процессов приводит к саногенетическим эффектам в зоне воздействия магнитного поля и в организме в целом, что выражается в уменьшении выраженности симптомов заболевания [8].

Результаты, полученные в настоящем исследовании, соответствуют данным международных публикаций, касающихся изучения действия импульсного низкочастотного магнитного поля у пациентов с ОА коленного сустава. Опубликованные в 2013 г. Кохрейновским сообществом результаты нескольких обзорных плацебо-контролируемых рандомизированных исследований продемонстрировали убедительное преимущество магнитотерапевтического воздействия перед плацебо-эффектом.

В исследованиях с участием 636 пациентов при использовании МТ в течение 4–24 нед анальгетический эффект по шкале ВАШ (100 мм) составил 15,1 балла (95% ДИ 9,08–21,13; абсолютное улучшение 15%). При этом не было отмечено преимуществ по шкалам WOMAC «функциональная активность» и SF-36 [9]. В другом исследовании, в которое были включены 930 пациентов, при использовании импульсного магнитного поля и сроке наблюдения 4–8 нед также были достигнуты выраженный обезболивающий эффект и улучшение функционального состояния суставов [10]. В исследованиях 2016 г. G. Vagnato и соавт. [11] также отмечалось снижение выраженности боли при воздействии магнитного поля на 13,6 балла (ВАШ), превышающее эффект плацебо. Умень-

шение индекса по шкале WOMAC «боль» составило 23,4%, WOMAC общий — –18,4%, что было достоверно выше, чем в контрольной группе. Также было зафиксировано улучшение качества жизни по опроснику SF-36. H. Wuschek и соавт. [12] применяли МТ у 57 пациентов с гонартрозом дважды в день по 5 мин на протяжении 18 сут. Результаты исследования показали преимущества активной МТ перед плацебо-эффектом, что подтверждалось статистическим анализом изменения индексов по шкале WOMAC. «Хорошую» и «очень хорошую» оценку полученной терапии дали 56,8% пациентов, тогда как лишь 15,4% группы плацебо отметили хороший эффект.

Важной особенностью исследований является тот факт, что при применении МТ не было выявлено неблагоприятных эффектов.

Однако проблемой исследований, ведущихся в этом направлении, продолжает оставаться отсутствие общей методологии изучения магнитных полей. В большинстве исследований не указываются параметры воздействия, не проводятся сравнения эффективности применения различных режимов магнитного поля. Требуется достаточно масштабные и обширные исследования для уточнения наиболее эффективных и безопасных режимов воздействия импульсным низкочастотным магнитным полем.

Настоящее исследование показало достаточную эффективность и безопасность метода применения импульсного низкочастотного магнитного поля как в виде монорежимного воздействия (1-я группа), так и при комбинации 2 режимов (3+1 режимы) с использованием магнитного поля от аппарата АЛМАГ+. В то же время статистический анализ результатов, полученных по 2-й группе наблюдения, демонстрирует достоверное преимущество как в сравнении с 1-й группой (БИМП 1-й режим), так и с 3-й группой (МТ-плацебо).

## Заключение

Применение метода импульсной низкочастотной магнитотерапии с использованием аппарата АЛМАГ+ обеспечивает получение существенного терапевтического эффекта у пациентов с ОА коленного сустава. Наибольшая динамика результатов была достигнута при использовании комбинированного режима магнитного поля, что обеспечило выраженный анальгетический эффект, уменьшение скованности, улучшение функциональных характеристик при минимальном количестве побочных эффектов и хорошем профиле безопасности.

**Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.**

**The authors declare no conflict of interest.**

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Глушко Е.А., Насонов Е.Л. Распространенность ревматических заболеваний в России. *Альманах клинической медицины*. 2018;46(1):32-39.  
Glushko EA, Nasonov EL. Rasprostranyonnost' revmaticheskikh zabolevaniy v Rossii. *Al'manah klinicheskoy mediciny*. 2018;46(1):32-39. (In Russian). <http://doi.org/10.18786/2072-0505-2018-46-1-32-39>
2. Алексеева Л.И. Обновление клинических рекомендаций по лечению больных остеоартритом 2019 г. *РМЖ*. 2019;4:2-6.  
Alekseeva LI. Obnovlenie klinicheskikh rekomendacij po lecheniyu bol'nyh osteoartritom 2019 g. *RMZH*. 2019;4:2-6. (In Russian).
3. *Физиотерапия. Нац. руководство*. Под ред. Пономаренко Г.Н. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2009.  
*Fizioterapiya. Nac. rukovodstvo*. Pod red. Ponomarenko G.N. M.: GEOTAR-Media; 2009. (In Russian).
4. Демецкий А.М., Чернов В.Н., Попова Л.И. *Введение в медицинскую магнитологию*. Ростов-на-Дону: Изд-во Рост. ун-та; 1991.  
Demeckij AM, Chernov VN, Popova LI. *Vvedenie v medicinskuyu magnitologiyu*. Rostov-na-Donu: Izd-vo Rost. un-ta; 1991. (In Russian).
5. Пономаренко Г.Н., Улащик В.С. *Низкочастотная магнитотерапия*. СПб.: Человек; 2017.  
Ponomarenko GN, Ulashchik VS. *Nizkochastotnaya magnitoterapiya*. SPb.: Chelovek; 2017. (In Russian).
6. Холодов Ю.А. *Влияние магнитных полей на биологические объекты*. Под ред. Холодова Ю.А. М.: Наука; 1971.  
Holodov YuA. *Vliyaniye magnitnykh poley na biologicheskie ob'ekty*. Pod red. Holodova YuA. M.: Nauka; 1971. (In Russian).
7. *Магнитотерапия в лечебно-реабилитационных и профилактических программах: клинические рекомендации*. М. 2015.  
*Magnitoterapiya v lechebno-reabilitatsionnyh i profilakticheskikh programmah: klinicheskie rekomendacii*. M. 2015. (In Russian).
8. Максимов А.В., Кирьянова В.В., Максимова М.А. Лечебное применение магнитных полей. *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация*. 2013;3:34-39.  
Maksimov AV, Kir'yanova VV, Maksimova MA. Lechebnoe primeneniye magnitnykh poley. *Fizioterapiya, bal'neologiya i reabilitatsiya*. 2013;3:34-39. (In Russian).
9. Li S, Yu B, Zhou D, et al. Electromagnetic fields for treatment osteoarthritis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013;(12):CD003523. <https://doi.org/10.1002/14651858>
10. Ryang We S, Koog YH, Jeong KI, et al. Effects of pulsed magnetic field in knee osteoarthritis: a systematic review. *Rheumatology (Oxford)*. 2013;52(5):815-824. <https://doi.org/10.1093/rheumatology/kev063>
11. Bagnato GL, Miceli G, Marino N, et al. Pulsed electromagnetic field on knee osteoarthritis: a double blind, placebo-controlled, randomized clinical trial. *Rheumatology (Oxford)*. 2016;55(4):755-762. <https://doi.org/10.1093/rheumatology/kev426>
12. Wuschech H, Von Hehn U, Mikus E, et al. Effects of PEMF on patients with osteoarthritis: Results of prospective double blind, placebo-controlled study. *Bioelectromagnetics*. 2015;36(8):576-585. <https://doi.org/10/1002/bem.21942>

Поступила 10.04.20

Received 10.04.20

Принята к печати 23.04.20

Accepted 23.04.20

## Физиотерапия при ранней реабилитации больных с костными саркомами после эндопротезирования крупных костей и суставов

© Т.И. ГРУШИНА<sup>1</sup>, В.В. ТЕПЛЯКОВ<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>ФГБУ «Российский научный центр рентгенорадиологии» Минздрава России, Москва, Россия

### Резюме

**Актуальность.** Современным методом лечения больных с опухолевым поражением костей является эндопротезирование крупных костей и суставов с включением реконструктивно-пластического компонента. Основные функциональные послеоперационные нарушения этого метода (ограничение подвижности в оперированном суставе, болевой синдром, гипотрофия мышц и отек оперированной конечности) препятствуют возможности больным вернуться к полноценной жизни, что делает крайне актуальной их раннюю реабилитацию. В ортопедии для этого используется ряд физических факторов. В литературе представлены данные об отсутствии отрицательного воздействия низкочастотных электро- и магнитотерапии при лечении поздних осложнений онкоортопедических операций на течение ряда костных сарком, что позволило впервые их включить в раннюю реабилитацию. **Цель исследования** — разработка комплекса ранней реабилитации больных с опухолями костей после эндопротезирования крупных костей и суставов и оценка его эффективности.

**Материал и методы.** В проспективное открытое нерандомизированное контролируемое исследование были включены 36 больных в возрасте 19—67 лет (Me 42 года) с первичными злокачественными и метастатическими опухолями костей, перенесших эндопротезирование крупных костей и суставов с включением реконструктивно-пластического компонента (пластика перемещенными мышцами, синтетическая сетка) и получивших локальную низкочастотную магнитотерапию, низкоинтенсивное инфракрасное лазерное излучение, электронейромиостимуляцию и лечебную гимнастику. Физиотерапия начиналась с первых суток после операции и продолжалась в течение 10 сут. Для оценки функционального результата использовалась международная шкала MSTS.

**Результаты.** Сочетанное применение реконструктивно-пластического компонента при радикальном оперативном вмешательстве и физиотерапии позволило получить на момент выписки у 63,9% больных хороший, у 36,1% — удовлетворительный функциональный результат по шкале MSTS. Функция сохраненной конечности у 10 больных после дистальной резекции бедренной кости с эндопротезированием коленного сустава составила 80% от нормальной функции, у 7 больных после проксимальной резекции большеберцовой кости — 72%; у 13 больных после проксимальной резекции бедренной кости с эндопротезированием тазобедренного сустава — 59%; у 5 больных после проксимальной резекции плечевой кости с эндопротезированием плечевого сустава — 61,3% и у 1 больного после проксимальной резекции локтевой кости с эндопротезированием локтевого сустава — 70%.

**Заключение.** Мультидисциплинарный подход к ранней реабилитации больных с опухолями костей позволил достичь функциональных результатов в короткие сроки, сократить время пребывания больных в хирургическом отделении без увеличения числа послеоперационных осложнений. На основании полученных предварительных результатов необходимо продолжение исследования на большем количестве больных и с более длительным сроком наблюдения.

**Ключевые слова:** опухоли костей, эндопротезирование, реабилитация, физиотерапия.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Грушина Т.И. — д.м.н.; <https://orcid.org/0000-0002-0945-4266>; eLibrary SPIN: 5275-6509

Тепляков В.В. — д.м.н., проф.; eLibrary SPIN: 4503-1920, AuthorID: 122853

### АВТОР, ОТВЕТСТВЕННЫЙ ЗА ПЕРЕПИСКУ:

Грушина Татьяна Ивановна — e-mail: [tgrushina@gmail.com](mailto:tgrushina@gmail.com)

### КАК ЦИТИРОВАТЬ:

Грушина Т.И., Тепляков В.В. Физиотерапия при ранней реабилитации больных с костными саркомами после эндопротезирования крупных костей и суставов. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2020;97(3):53–59. <https://doi.org/10.17116/kurort20209703153>

## Physiotherapy in early rehabilitation of patients with bone sarcomas after arthroplasty of large bones and joints

© Т.И. GRUSHINA<sup>1</sup>, V.V. TEPLYAKOV<sup>2</sup>

<sup>1</sup>National medical research center of rehabilitation and balneology, Moscow, Russia;

<sup>2</sup>Russian scientific center of radiology, Moscow, Russia

### Abstract

**Actuality.** The modern method of treating patients with tumor lesions of the bones is the replacement of large bones and joints with the inclusion of reconstructive plastic component. The main functional postoperative disorders of this method (limitation of mobil-

ity in the operated joint, pain, muscle hypotrophy and edema of the operated limb) obstruct the ability of patients to return to a full life, which makes their early rehabilitation extremely urgent. Orthopedics uses a number of physical factors for this. The literature presents data on the absence of negative effects of low-frequency electro- and magnetotherapy in the treatment of late complications of oncopedic surgery on a number of bone sarcomas, which allowed them to be included in early rehabilitation for the first time.

**Aim of study** — development of a complex of early rehabilitation of patients with bone tumors after arthroplasty of large bones and joints and evaluation of its effectiveness.

**Materials and methods.** A prospective, open, nonrandomized, controlled study included 36 patients aged 19—67 years (Me 42 years old) with primary malignant and metastatic bone tumors who underwent endoprosthesis replacement of large bones and joints with the inclusion of reconstructive plastic component (plastic by displaced muscles, synthetic mesh) and received local low-frequency magnetotherapy, low-intensity infrared laser radiation, electroneuromyostimulation and therapeutic exercises. Physiotherapy began from the first day after the operation and lasted for 10 days. To assess the functional result, the international MSTs scale was used.

**Results.** The combined use of the reconstructive plastic component during radical surgery and physiotherapy made it possible to obtain good functional result at 63.9% of patients, satisfactory functional results in 36.1% of patients according to the MSTs scale at the time of discharge. The function of the saved limb in 10 patients after distal femoral resection with knee replacement was 80% of normal function, in 7 patients after proximal tibia resection — 72%; in 13 patients after proximal resection of the femur with hip replacement — 59%; in 5 patients after proximal resection of the humerus with endoprosthesis of the shoulder joint — 61.3%; and in 1 patient after proximal resection of the ulna with endoprosthesis of the elbow joint — 70%.

**Conclusion.** The multidisciplinary approach to the early rehabilitation of patients with bone tumors made it possible to achieve functional results in a short time, reduce the time spent by patients in the surgical department without increasing the number of postoperative complications. Based on the preliminary obtained results, it is necessary to continue the study on a larger number of patients and with a longer follow-up period.

**Keywords:** bone tumors, arthroplasty, rehabilitation, physiotherapy.

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Grushina T.I. — <https://orcid.org/0000-0002-0945-4266>; eLibrary SPIN: 5275-6509

TePLYakov V.V. — eLibrary SPIN: 4503-1920, AuthorID: 122853

#### CORRESPONDING AUTHOR:

Grushina T.I. — e-mail: [tgrushina@gmail.com](mailto:tgrushina@gmail.com)

#### TO CITE THIS ARTICLE:

Grushina TI, TePLYakov VV. Physiotherapy in early rehabilitation of patients with bone sarcomas after arthroplasty of large bones and joints. *Problems of balneology, physiotherapy, and exercise therapy*. 2020;97(3):53-59. (In Russian). <https://doi.org/10.17116/kurort20209703153>

## Введение

Первичные злокачественные опухоли костей составляют 0,9—1,5% в общей структуре злокачественных опухолей человека в РФ [1]. Они встречаются преимущественно у лиц молодого возраста, т.е. у наиболее социально значимого контингента населения. По данным А.Д. Каприна и соавт. (2017), у всех заболевших в возрасте до 30 лет злокачественные опухоли костей и суставных хрящей составляют 3,4% [1]. Чаше, чем первичные опухоли, у 60—70% онкологических больных выявляется метастатическое поражение костей. Оно диагностируется у больных раком молочной железы в 65—90% случаев, раком предстательной железы — в 65—75%, раком щитовидной железы — в 60%, раком легкого — в 30—40%, раком почки — до 35%, у больных с миеломой — в 70—95% случаев и др. [2, 3].

Ведущим методом лечения больных с опухолевым поражением костей остается хирургическое вмешательство. Получение новых знаний об особенностях опухолей костей, разработка современных способов диагностики и новых видов противоопухолевого лечения с использованием химиотерапии, совершенствование хирургической техники, внедрение раз-

личных трансплантатов и эндопротезов расширили показания к органосохраняющим операциям, методом выбора которых является эндопротезирование крупных костей и суставов. Для адекватного формирования мышечного футляра, укрытия установленного эндопротеза, восполнения мягкотканых дефектов, снижения частоты инфекционных осложнений в операцию по эндопротезированию включается реконструктивно-пластический компонент [4, 5].

Были проанализированы механические и немеханические осложнения сегментарного эндопротезирования крупных костей и суставов [4]. Основными функциональными послеоперационными нарушениями являются ограничение подвижности в оперированном суставе, болевой синдром, гипотрофия мышц и различной степени выраженности отек оперированной конечности. Эти осложнения препятствуют возможности больным вернуться к полноценной жизни и трудовой деятельности, становятся причинами инвалидизации, отрицательно влияют на качество жизни, связанное со здоровьем.

В последние годы традиционное ведение больных при эндопротезировании крупных костей и суставов подвергается пересмотру в пользу предложенной Н. Kehlet в 1995 г. программы ускоренного восстанов-

ления после хирургических вмешательств («Fast-track surgery», Enhanced Recovery After Surgery — ERAS). Эта мультимодальная организационная, лечебная и образовательная программа направлена на снижение частоты послеоперационных осложнений, раннее достижение хороших функциональных результатов, сокращение пребывания больного в стационаре и его высокую удовлетворенность лечением [6–8].

Тем не менее, оценивая результаты хирургического лечения больных с опухолями костей по терминологии Международной классификации функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья, приходится констатировать значительные нарушения функционирования, ограничение активности и ограничение участия таких больных [9].

В связи с вышеизложенным крайне актуальной становится ранняя реабилитация больных. Ее значение было сформулировано следующим образом: «начальный послеоперационный функциональный результат является показателем конечного функционального результата» [10], с чем нельзя не согласиться.

Понятие «ранняя реабилитация» включает проведение реабилитационных мероприятий как до опера-

ции (так называемая пререабилитация), так и в раннем (первые 14 сут) послеоперационном периоде.

Если пререабилитация больных с неонкологической патологией костей включает некоторые физические факторы [11–15], то у онкологических больных с точки зрения онкобезопасности (опасность стимуляции опухолевого процесса и метастазирования) — только образовательные программы и фармакотерапию.

По данным разных авторов, при реабилитации больных с опухолями костей в послеоперационном периоде проводят лечебную гимнастику (ЛГ), лечение «положением», механотерапию, ортезирование [16–21]. Срок начала активных реабилитационных мероприятий зависит от мнения и опыта хирурга, полученных результатов хирургического лечения, поскольку общепринятых сроков активизации больных не существует.

В реабилитации больных с различной патологией с целью улучшения местной гемодинамики и микроциркуляции, повышения уровня оксигенации и трофики поврежденных тканей, получения обезболивающего, противовоспалительного, противоотечного, рассасывающего, регенераторного действия исполь-

Таблица 1. Оценка функции верхней конечности по шкале MSTS  
Table 1. Upper extremity MSTS scale

Клиническая трактовка параметров/Clinical treatments of parameters						
Балл Point/score	боль/pain	функция function	эмоциональное восприятие emotional acceptance	объем движений в плечевом суставе range of motion in the shoulder joint	объем движений в кисти range of motion in the brush	способность поднимать и переносить предметы dexterity lifting ability
5	Нет/No	Не снижена Not Reduced	Очень доволен Very satisfied	Не ограничен Unlimited	Не ограничен Unlimited	Не ограничена Unlimited
4	Слабая боль Mild pain	Слабо снижена Poorly reduced	Доволен Satisfied	Незначительно ограничен Slightly limited	Незначительно ограничен Slightly limited	Незначительно ограничена Slightly limited
3	Незначительная боль Slight pain	Умеренно снижена Moderately reduced	Скорее доволен Rather satisfied	Невозможность поднять руку выше уровня плеча Inability to raise hand above shoulder level	Невозможность совершать мелкие движения Inability to make small movements	Умеренно ограничена Moderately limited
2	Умеренная боль Moderate pain	Значительно снижена Significantly reduced	Удовлетворен Satisfied	Средний показате- ль между 3 и 2 Average between 3 and 2	Средний показатель между 3 и 2 Average between 3 and 2	Средний показатель между 3 и 2 Average between 3 and 2
1	Сильная боль (периодический прием анальгетиков) Severe pain (periodic administration of analgesics)	Частичная потеря функции конечности Partial loss of extremity function	Скорее недоволен Rather displeased	Невозможность поднять руку выше уровня талии Inability to raise hand above waist level	Невозможность крепко сжать пальцы Inability to squeeze fingers tight	Необходима помощь Help needed
0	Невыносимая боль (постоянный прием анальгетиков) Unbearable pain (continuous use of analgesics)	Полное отсутствие функции конечности Complete lack of extremity function	Недоволен Displeased	Нет движения руки No hand movement	Невозможность сжать пальцы, схватить предмет Inability to squeeze fingers, Completely limited grab an item	Полностью ограничена

зуются магнитотерапия и лазеротерапия, а для восстановления нервно-мышечного аппарата — электронной-ромиостимуляция [22, 23]. Эффективность этих методов физиотерапии в лечении поздних осложнений онкоортопедических операций и отсутствие их отрицательного воздействия на опухолевый процесс были доказаны [24]. Данные по использованию в ранней послеоперационной реабилитации больных с опухолями костей магнитотерапии, лазеротерапии и электронной-ромиостимуляции в литературе отсутствуют.

Итак, можно утверждать, что на сегодняшний день обоснованным, обладающим необходимым терапевтическим действием является комплексный подход к ранней реабилитации больных с костными саркомами с использованием эндопротезирования крупных костей и суставов в сочетании с реконструктивно-пластическими операциями, фармакотерапии, ЛГ и физиотерапии: локальных низкочастотных магнито-, лазеро- и электро-терапии. Несмотря на очевидное стремление различных профессиональных групп к формированию мультидисциплинарного подхода к онкорехабилитации [25], исследований, посвященных комплексной ранней реабилитации в онкоортопедии, пока не разработано.

Цель исследования — разработка комплекса ранней реабилитации больных с опухолями костей по-

сле эндопротезирования крупных костей и суставов и оценка его эффективности.

## Материал и методы

Дизайн клинического исследования: проспективное открытое нерандомизированное контролируемое когортное исследование.

*Методы контроля:* контроль исходного состояния, активный контроль, контроль по архивной статистике или исторический контроль.

*Критерии включения:* больных: возраст 19—67 лет; диагноз «первичное опухолевое или метастатическое поражение костей конечностей»; возможность проведения онкологического эндопротезирования длинных костей и крупных суставов; любая ожидаемая продолжительность жизни по основному заболеванию в случае успешной онкоортопедической операции; отсутствие повышенной электровозбудимости мышц, искусственных водителей ритма; отсутствие состояний и соматических заболеваний, которые являются общими противопоказаниями для физиотерапии; получение информированного согласия на участие в исследовании.

*Критерии исключения:* отказ от продолжения участия в исследовании; возникновение или обострение соматических заболеваний у больного во время

Таблица 2. Оценка функции нижней конечности по шкале MSTS  
Table 2. Lower extremity MSTS scale

Балл Point/score	Клиническая трактовка параметров/Clinical treatment of parameters					
	боль/pain	функция function	эмоциональное восприятие emotional acceptance	использование дополнительной опоры use of supports	способность ходить walking ability	походка/gait
5	Нет No	Не снижена Not Reduced	Очень доволен Very satisfied	Не нужна Need not	Не ограничена Unlimited	Не изменена Not changed
4	Слабая боль Mild pain	Слабо снижена Weakly reduced	Доволен Satisfied	Периодическое ношение ортеза Periodic wearing of an orthosis	Незначительно ограничена Slightly limited	Незначительно изменена Slightly modified
3	Незначительная боль Minor pain	Умеренно снижена Moderately reduced	Скорее доволен Rather satisfied	Постоянное ношение ортеза Permanent wearing of an orthosis	Ограничена Limited	Небольшие внешние изменения Minor changes
2	Умеренная боль Moderate pain	Значительно снижена Significantly reduced	Удовлетворен Satisfied	Периодическое использование трости или костыля Periodic use of a cane or crutch	Средний показатель между 3 и 2 Average between 3 and 2	Средний показатель между 3 и 2 Average between 3 and 2
1	Сильная боль (периодический прием анальгетиков) Severe pain (periodic administration of analgesics)	Частичная потеря функции конечности Partial loss of extremity function	Скорее недоволен Rather displeased	Постоянное использо- вание трости или костыля Continuous use of a cane or crutch	Только в пределах помещения Indoor only	Значительные изменения Significant changes
0	Невыносимая боль (постоянный прием анальгетиков) Unbearable pain (continuous use of analgesics)	Полное отсут- ствие функции конечности Complete lack of extremity function	Недоволен Displeased	Постоянное использо- вание костылей или хо- дунков Continuous use of crutches or walkers	Невозможна Impossible	Выраженная хромота Severe lameness

исследования, препятствующих продолжению исследования или приводящих к нарушению графика процедур; развитие нежелательных и серьезных нежелательных явлений; отсутствие приверженности больного к лечению (несоблюдение рекомендаций по лечению, сроков визитов к врачу).

У больных, подписавших информированное согласие и удовлетворяющих разработанным критериям включения, для оценки функционального результата проведенного лечения использовалась международная шкала MSTs (Musculoskeletal Tumor Society) (табл. 1, табл. 2) перед операцией и на 10-е сутки послеоперационного периода.

Функция конечности по шкале MSTs выражается в относительном от нормальной функции показателе: процентное соотношение полученной суммы баллов к максимально возможной сумме баллов, равной 30. Качественная оценка функции конечности основывается на следующих показателях шкалы MSTs: отличный результат — 80—100%, хороший — 60—80%, удовлетворительный — 40—60%, неудовлетворительный — менее 40% от нормальной функции.

В исследование были включены 36 больных (16 мужчин, 20 женщин) в возрасте от 19 до 67 лет (Me 42 года) с первичными злокачественными и метастатическими опухолями длинных костей с объемом опухоли от 29 до 414 см<sup>3</sup> (Me 103 см<sup>3</sup>). Эндопротезирова-

ние (ЭП) с включением реконструктивно-пластического компонента коленного сустава было выполнено 17 больным, тазобедренного сустава — 13, плечевого сустава — 5 и локтевого сустава — 1 больному (табл. 3).

На этапе пререабилитации для профилактики нарушений системы гемостаза и связанных с ними тромботических осложнений использовали медикаментозные препараты (низкомолекулярные формы гепарина и др.). До настоящего времени исследователи не пришли к единому однозначному выводу насчет того, является ли предоперационная антибиотикотерапия одним из самых действенных методов профилактики инфекционного процесса. В связи с этим вопрос о целесообразности назначения антибиотиков на этапе пререабилитации решался индивидуально. С больными были проведены индивидуальные занятия, при которых их информировали об ограничениях после операции, обучали использованию средств дополнительной опоры, подбирали ортез, деротационный сапожок или брейс, отводящую шину, знакомили с реабилитационными мероприятиями послеоперационного периода. С целью подготовки больных для активного и сознательного участия в лечении, обучения их правильному полному дыханию, улучшению равновесия, минимизации контрактур с каждым больным проводили занятия ЛГ.

С первых суток после оперативного вмешательства в объеме эндопротезирования длинных костей

**Таблица 3. Результаты ранней реабилитации больных с костными саркомами в зависимости от объема проведенной операции**  
**Table 3. Results of early rehabilitation of patients with bone tumors depending on the volume of surgery**

Объем операции Transaction volume	Число больных Number of patients	Резекция кости, см Bone resection (cm)	Пластический компонент Plastic component	MSTS перед операцией, % MSTS (%) score before surgery	MSTS на 10-е п/о сутки, % MSTS (%) score on 10 day	MSTS по данным литературы [4, 26—28], % MSTS (%) score literature data [4, 26—28]
Дистальная резекция бедренной кости с ЭП коленного сустава Distal femoral resection with EP of the knee	10	14—26 (Me 16,7)	Пластика перемещенными мышцами Displaced muscles	68,5	80	60—70,8—75—88
Проксимальная резекция большеберцовой кости с ЭП коленного сустава Proximal resection of the tibia with EP of the knee	7	11,5—22,5 (Me 14,5)	Пластика перемещенными мышцами Displaced muscles	43	72	70—82
Проксимальная резекция бедренной кости с ЭП тазобедренного сустава Proximal femoral resection with EP of the hip joint	13	7—16 (Me 10,6)	Синтетическая сетка Synthetic mesh	42	59	63—70,8—73
Проксимальная резекция плечевой кости с ЭП плечевого сустава Proximal resection of the humerus with EP of the shoulder joint	5	12—14 (Me 13)	Синтетическая сетка Synthetic mesh	93,3	61,3	61—77—83
Проксимальная резекция локтевой кости с ЭП локтевого сустава Proximal resection of the ulna with EP of the elbow joint	1	9	Пластика перемещенными мышцами Displaced muscles	50	70	72—76

*Примечание.* ЭП — эндопротезирование; п/о — послеоперационные.

*Note.* ЭП — эндопротезирование; п/о — послеоперационные.

и суставов с включением реконструктивно-пластического компонента осуществляли:

- фармакотерапию, заключающуюся в назначении антикоагулянтов, антибиотиков, анальгетиков (включая эпидуральную анестезию), миорелаксантов, нейропротекторов и седативных препаратов;
- ЛГ по разработанным специальным методикам;
- после ЛГ пассивную разработку оперированного сустава на зарубежном механотерапевтическом аппарате Артромат в пределах переносимой болезненности, с комфортной скоростью, шаг увеличения угла — до 5° в сутки, по 20—30 мин 2—3 раза в день в течение 10 сут;
- локальную низкочастотную магнитотерапию с помощью аппарата Магнит — Мед Теко, являющегося источником переменного синусоидального магнитного поля частотой 50 Гц. Методика проведения была следующая: индукторы располагали контактно к повязке либо вдоль оперированной конечности, либо поперечно над оперированным суставом. Воздействие осуществляли в непрерывном режиме, величина магнитной индукции составляла 30—40 мТл, длительность процедуры — 15—20 мин. Процедуры проводили ежедневно в течение 10 сут;
- локальное низкоинтенсивное инфракрасное лазерное излучение частотой 10—50 Гц с помощью аппарата магнитно-инфракрасного лазерного терапевтического РИКТА 04/4. Процедуру применяли контактно без компрессии через перевязочный материал (при этом коэффициент пропускания излучения составлял около 15—18%), во время перевязок — дистантно на область операционного поля по лабильной методике при плотности потока лазерного излучения не выше 10 мВт/см<sup>2</sup>, длительность процедуры — 10—20 мин, ежедневно в течение 10 сут;
- многоканальную низкочастотную электростимуляцию мышц оперированной конечности осуществляли с помощью аппарата Эсма 12.21 Галант с применением импульсного тока биполярной асимметричной прямоугольной формы. Устанавливали непрерывный режим воздействия, силу тока постепенно увеличивали до появления первых сокращений мышц. Процедуры проводили в течение 10—15 мин, ежедневно в течение 10 сут.

## Результаты

Полученные результаты реабилитационных мероприятий представлены в **табл. 3**.

Как видно из представленной **табл. 3**, сочетанное применение реконструктивно-пластического компонента при радикальном оперативном вмешательстве и физиотерапии позволило получить на момент выписки у 63,9% больных хороший, а у 36,1% — удовлетворительный функциональный результат по шкале MSTs. Также стала возможной ранняя активизация больных, значительно сократившая их пребывание в хирургическом отделении, срок активизации составил 1—9 сут (Me 4,2 сут), средний койко-день был 13 (9—17) дней

## Заключение

Мультидисциплинарный подход к ранней реабилитации больных с опухолями костей, включающий сочетание реконструктивно-пластических операций и физиотерапии, позволил достичь в короткие сроки хороших функциональных результатов эндопротезирования крупных костей и суставов, сократить время пребывания больных в хирургическом отделении без увеличения числа послеоперационных осложнений и повысить качество их жизни. На основании полученных предварительных результатов необходимо продолжение исследования на большем количестве больных и с более длительным сроком наблюдения как для анализа непосредственных и отдаленных результатов лечения, так и для разработки показаний и противопоказаний к методам физической реабилитации больных с опухолями костей.

**Информация о финансировании:** работа выполнена за счет личных средств авторов.

**Участие авторов:** концепция и дизайн исследования — Т.И. Грушина; сбор и обработка материала — В.В. Тепляков; анализ полученных результатов, написание статьи — Т.И. Грушина.

**Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.**  
**The authors declare no conflict of interest.**

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. *Злокачественные новообразования в России в 2015 году (заболеваемость и смертность)*. Под ред. Каприна А.Д., Старинского В.В., Петровой Г.В. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена филиал ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России; 2017.  
*Malignant neoplasms in Russia in 2015 (morbidity and mortality)*. Zlokachestvennyye novoobrazovaniya v Rossii v 2015 godu (zabolevaemost' i smertnost'. Kaprin A.D., Starinsky V.V., Petrov G.V., eds. M.: MNI OI im. P.A. Gertse-na filial FGBU «NMI RTs» Minzdrava Rossii; 2017. (In Russian).
2. *Актуальные аспекты клинической маммологии*. Под ред. Камповой-Полевой Е.Б., Портной С.М. М.: Авторская академия; 2014.  
*Actual aspects of clinical mammology [Aktual'nye aspekty klinicheskoy mam-mologii]*. Kampova-Polevaya E.B., Portnoj S.M., eds. M.: Avtorskaya aka-demiya; 2014. (In Russian).
3. Rizzoli R, Body J-J, Brandi M-L, Cannata-Andia J, Chappard D, Maghraoui AE, Glüer D, Kendler CC, Napoli N, Papaioannou A, Pier-

- roz DD, Rahme M, Van Poznak CH, de Villiers TJ, Hajj Fuleihan GE. Cancer-associated bone disease. *Osteoporos Int*. 2013;24(12):2929-2953. <https://doi.org/10.1007/s00198-013-2530-3>
4. Сергеев П.С., Тепляков В.В., Шапошников В.А., Лазукин А.В., Ахов А.О. Современный взгляд на онкологическое эндопротезирование крупных суставов у взрослых пациентов с опухолями костей. *Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи*. 2017;1:12-19. Sergeev PS, Teplyakov VV, Shaposhnikov VA, Lazukin AV, Akhov AO. Joint replacement in patients with bone tumors: a modern view. *Sarkomy kostej, myagkih tkaney i opuholi kozhi*. 2017;1:12-19. (In Russian).
  5. Бухаров А.В., Карпенко В.Ю., Державин В.А., Тепляков В.В. Реконструктивно-пластические хирургические вмешательства у пациентов с опухолевым поражением дистальных отделов конечностей. *Онкология*. 2014;5:47-52. Buharov AV, Karpenko VYu, Derzhavin VA, Teplyakov VV. Reconstructive plastic surgical interventions in patients with tumor involvement of the distal extremities. *Onkologiya*. 2014;5:47-52. (In Russian).
  6. Larsen K, Hansen TB, Soballe K, Kehlet H. Patient-reported outcome after fast-track knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2012;20(6):1128-1135. <https://doi.org/10.1007/s00167-012-1919-4>
  7. Husted H. Fast-track hip and knee arthroplasty: clinical and organizational aspects. *Acta Orthop Suppl*. 2012;83(346):1-39. <https://doi.org/10.3109/17453674.2012.700593>
  8. Конева Е.С., Серебряков А.Б., Шаповаленко Т.В., Лядов К.В. Анализ 5-летнего опыта работы мультидисциплинарной бригады по протоколу Fast-track-терапии после операций тотального эндопротезирования тазобедренных и коленных суставов в клинике ФГАУ «Лечебно-реабилитационный центр» Минздрава России. *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация*. 2016;15(4):175-182. Koneva ES, Serebryakov AB, Shapovalenko TV, Lyadov KV. Analysis of the 5-year experience of the multidisciplinary brigade team on the Fast-Track-therapy protocol after operations of total hip and knee replacement in the clinic of the Federal Agency for Rehabilitation and Treatment of the Ministry of Health of the Russian Federation. *Fizioterapiya, bal'neologiya i rehabilitatsiya*. 2016;15(4):175-182. (In Russian).
  9. Bekkering WP, van Egmond-van Dam JC, Bramer JAM, Beishuizen A, Fiocco M, Dijkstra PDS. Quality of life after bone sarcoma surgery around the knee: A long-term follow-up study. *Eur J Cancer Care (Engl)*. 2017;26(4):457-460. <https://doi.org/10.1111/ecc.12603>
  10. Stoeckle E, Michot A, Rigal L, Babre F, Sargos P, Henriques de Figueiredo B, Brouste V, Italiano A, Toulmonde M, Le Loarer F, Kind M. The risk of postoperative complications and functional impairment after multimodality treatment for limb and trunk wall soft-tissue sarcoma: Long term results from a monocentric series. *Eur J Surg Oncol*. 2017;43(6):1117-1125. <https://doi.org/10.1016/j.ejso.2017.01.018>
  11. Chesham RA, Shanmugam S. Does preoperative physiotherapy improve postoperative, patient-based outcomes in older adults who have undergone total knee arthroplasty? A systematic review. *Physiotherapy Theory and Practice*. 2017;33(1):9-30.
  12. Yu S, Garvin KL, Healy WL, Pellegrini VD Jr, Iorio R. Preventing Hospital Readmissions and Limiting the Complications Associated with Total Hip Arthroplasty. *Instr Course Lect*. 2016;65:199-210.
  13. Буйлова Т.В., Пыкунов М.Б., Карева О.В., Кочетова Н.В. Реабилитация при эндопротезировании тазобедренного сустава в специализированном отделении стационара. *Федеральные клинические рекомендации*. М. 2014. Bujlova TV, Sykunov MB, Kareva OV, Kochetova NV. *Rehabilitation with hip replacement in a specialized department of the hospital. Federal'nye klinicheskie rekomendacii*. М. 2014. (In Russian).
  14. Загородный Н.В. *Эндопротезирование тазобедренного сустава. Основы и практика*. Руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2012. Zagorodnij NV. Hip arthroplasty. Basics and practice: leadership. *Ehndoprotezirovaniye tazobedrennogo sustava. Osnovy i praktika*. Rukovodstvo. М.: GEHOTAR-Media; 2012. (In Russian).
  15. Шимарова О.В., Ачкасов Е.Е., Тимашкова Г.В. Эффективность и целесообразность различных подходов к реабилитации после эндопротезирования коленного сустава. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2019;96(3):64-69. Shimarova OV, Achkasov EE, Timashkova GV. Efficiency and feasibility of various approaches to rehabilitation after knee replacement. *Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoj fizicheskoy kul'tury*. 2019;96(3):64-69. (In Russian). <https://doi.org/10.17116/kurort20199603164>
  16. Курильчик А.А., Иванов В.Г., Стародубцев А.Л., Зубарев А.Л., Киричук С.В., Киселева М.В., Карпейкина М.М., Малинова И.В. Реабилитация онкологических больных после эндопротезирования крупных суставов. *Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи*. 2012;3:10-16. Kuril'chik AA, Ivanov VG, Starodubcev AL, Zubarev AL, Kirichuk SV, Kiseleva MV, Karpejkina MM, Malinova IV. Rehabilitation of cancer patients after replacement of large joints. *Sarkomy kostej, myagkih tkaney i opuholi kozhi*. 2012;3:10-16. (In Russian).
  17. Shehadeh A, El Dahleh M, Salem A, Sarhan Y, Sultan I, Henshaw RM, Aboualfia AJ. Standardization of rehabilitation after limb salvage surgery for sarcomas improves patients' outcome. *Hematol Oncol Stem Cell Ther*. 2013;6(3-4):105-111. <https://doi.org/10.1016/j.hemonc.2013.09.001>
  18. Засульский Ф.Ю., Куляба Т.А., Пташников Д.А., Григорьев П.В., Михайлов И.М., Сабельников В.В., Злобин О.В. Ближайшие и среднесрочные результаты эндопротезирования коленного сустава модульными эндопротезами при злокачественных новообразованиях. *Травматология и ортопедия России*. 2013;2(68):13-22. Zasl'skij FYu, Kulyaba TA, Ptashnikov DA, Grigor'ev PV, Mikajlov IM, Sabel'nikov VV, Zlobin OV. The nearest and medium-term results of total knee replacement modular endoprostheses in malignant tumors. *Traumatalogiya i ortopediya Rossii*. 2013;2(68):13-22. (In Russian).
  19. Михайлов И.М., Григорьев П.В., Пташников Д.А., Майков С.В. Результаты эндопротезирования плечевого сустава у больных с новообразованиями проксимального отдела плечевой кости. *Травматология и ортопедия России*. 2014;4(74):27-35. Mikajlov IM, Grigor'ev PV, Ptashnikov DA, Majkov SV. The results of joint replacement of the shoulder joint in patients with tumors of the proximal humerus. *Traumatalogiya i ortopediya Rossii*. 2014;4(74):27-35. (In Russian).
  20. Lopresti M, Rancati J, Farina E, Bastoni S, Bernabè B, Succetti T, Ligabue N, Panella L. Rehabilitation pathway after knee arthroplasty with mega prosthesis in osteosarcoma. *Recenti Prog Med*. 2015;106(8):385-392. <https://doi.org/10.1701/1960.21306>
  21. Степанова А.М., Мерзлякова А.М., Соколовский В.А. Особенности реабилитации после эндопротезирования крупных суставов в онкоортопедии. *Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи*. 2017;1:27-31. Stepanova AM, Merzlyakova AM, Sokolovskij VA. Features of rehabilitation after replacement of large joints in oncoorthopedy. *Sarkomy kostej, myagkih tkaney i opuholi kozhi*. 2017;1:27-31. (In Russian).
  22. *Физиотерапия и курортология. Книга 1*. Под ред. В.М. Боголюбова. М.: БИНОМ; 2008. Physiotherapy and balneology. Book 1 Bogolyubov VM, ed. *Fizioterapiya i kurortologiya*. Kniga 1. М.: BINOM; 2008. (In Russian).
  23. Луферова Н.Б., Кончугова Т.В., Гусакова Е.В. Теоретические аспекты современной магнитобиологии и магнитотерапии. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2011;3:52-55. Luferova NB, Konchugova TV, Gusakova EV. Theoretical aspects of modern magnetobiology and magnetotherapy. *Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoj fizicheskoy kul'tury*. 2011;3:52-55. (In Russian).
  24. Грушина Т.И. *Реабилитация в онкологии: физиотерапия*. М.: ГЭОТАР; 2006. Grushina TI. *Rehabilitation in oncology: physiotherapy [Rehabilitatsiya v onkologii: fizioterapiya]*. М.: GEHOTAR-Media; 2006. (In Russian).
  25. McEwen S, Egan M, Chasen M, Fitch M. Consensus recommendations for cancer rehabilitation: research and education priorities. *Curr Oncol*. 2013;20(1):64-69. <https://doi.org/10.3747/co.20.1277>
  26. Kwong TN, Furtado S, Gerrand C. What do we know about survivorship after treatment for extremity sarcoma? A systematic review. *Eur J Surg Oncol*. 2014;40(9):1109-1124. <https://doi.org/10.1016/j.ejso.2014.03.015>
  27. Van Egmond-van Dam J, Bekkering W, Bramer J, Beishuizen A, Fiocco M, Dijkstra S. Functional outcome after surgery in patients with bone sarcoma around the knee; results from a long-term prospective study. *J Surg Oncol*. 2017;115(8):1028-1032. <https://doi.org/10.1002/jso.24618>
  28. Bernthal N, Greenberg M, Hebere K, Eckardt J, Fowler E. What Are the Functional Outcomes of Endoprosthetic Reconstructions After Tumor Resection? *Clin Orthop Relat Res*. 2015;473(3):812-819. <https://doi.org/10.1007/s11999-014-3655-1>

Получена 15.10.19

Received 15.10.19

Принята в печать 26.12.19

Accepted 26.12.19

Вопросы курортологии, физиотерапии  
и лечебной физической культуры,  
2020, Т. 97, №3, с. 60-67  
<https://doi.org/10.17116/kurort20209703160>

Problems of balneology, physiotherapy, and exercise therapy=  
Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoi fizicheskoi kultury  
2020, Vol. 97, no 3, pp. 60-67  
<https://doi.org/10.17116/kurort20209703160>

## Трансцеребральная магнито- и ударно-волновая терапия в коррекции эректильной дисфункции

© Т.В. КОНЧУГОВА<sup>1,2</sup>, Д.Б. КУЛЬЧИЦКАЯ<sup>1</sup>, В.А. КИЯТКИН<sup>1</sup>, Н.В. ГУШИНА<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет), Москва, Россия

### Резюме

С учетом сложного патогенеза эректильной дисфункции (ЭД) наиболее обоснованным представляется включение в комплексы лечения пациентов с ЭД не только эффективных локальных физиотерапевтических воздействий, но и общих методов физиотерапии. Среди них особое место занимает трансцеребральное воздействие магнитными полями.

**Цель исследования** — разработка и научное обоснование нового комплексного физиотерапевтического метода, включающего ударно-волновую терапию (УВТ) и трансцеребральную магнитотерапию для лечения пациентов с ЭД.

**Материал и методы.** Проведено проспективное рандомизированное исследование, в которое вошли 40 пациентов с васкулогенной формой ЭД, проходивших амбулаторное лечение в ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России. В 1-ю группу (сравнения) включили 20 пациентов, которые получали только 7 процедур УВТ. Во 2-ю группу (основная) вошли 20 пациентов, получавших комплексное физиотерапевтическое воздействие: местно — УВТ (№7), трансцеребрально — бегущее импульсное магнитное поле (№7).

**Результаты.** После проведенного курса УВТ в комплексе с трансцеребральной магнитотерапией суммарный балл по опроснику МИЭФ-5 у пациентов увеличился на 34,1% ( $p < 0,05$ ) в сравнении с пациентами, получающими только УВТ (20,7%). У пациентов основной группы отмечалось увеличение качества твердости эрекции по шкале Голдштейна на 30,9%, у пациентов группы сравнения — на 20,5%. Было выявлено, что высокие клинические результаты применения УВТ в комплексе с трансцеребральной магнитотерапией базируются на компенсации локального кровообращения, проявляющейся в устранении дефицита кровоснабжения за счет улучшения тонуса артериальных сосудов и устранения венозного застоя по данным лазерной доплеровской флоуметрии. Включение в комплекс лечения трансцеребральной магнитотерапии способствует повышению уровня общего тестостерона.

**Заключение.** Выявлена более высокая терапевтическая эффективность комплексного лечения пациентов с ЭД с помощью УВТ и трансцеребральной магнитотерапии.

**Ключевые слова:** эректильная дисфункция, ударно-волновая терапия, трансцеребральная магнитотерапия.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Кончугова Т.В. — д.м.н., проф.; <https://orcid.org/0000-0003-0991-8988>; eLibrary SPIN: 3198-9797

Кульчицкая Д.Б. — д.м.н., проф.; <https://orcid.org/0000-0002-7785-9767>; eLibrary SPIN: 2674-6371

Кияткин В.А. — к.м.н., доцент; <https://orcid.org/0000-0002-4132-2853>; eLibrary SPIN: 6499-1740

Гушина Н.В. — к.м.н.; <https://orcid.org/0000-0001-7069-4472>

### АВТОР, ОТВЕТСТВЕННЫЙ ЗА ПЕРЕПИСКУ:

Кончугова Т.В. — e-mail: [umc-rmc@mail.ru](mailto:umc-rmc@mail.ru)

### КАК ЦИТИРОВАТЬ:

Кончугова Т.В., Кульчицкая Д.Б., Кияткин В.А., Гушина Н.В. Трансцеребральная магнито- и ударно-волновая терапия в коррекции эректильной дисфункции. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2020;97(3):60-67.

<https://doi.org/10.17116/kurort20209703160>

## Transcerebral magnetic and shock wave therapy in correction of erectile dysfunction

© T.V. KONCHUGOVA<sup>1,2</sup>, D.B. KULCHITSKAYA<sup>1</sup>, V.A. KIYATKIN<sup>1</sup>, N.V. GUSHCHINA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology of the Ministry of Health of Russia, Moscow, Russia;

<sup>2</sup>The first Moscow State Medical University named after I.M. Sechenov, Ministry of Health of Russia (Sechenov University), Moscow, Russia

### Abstract

Given the complex pathogenesis of erectile dysfunction (ED), the inclusion of not only effective local physiotherapeutic effects, but also general physiotherapy methods into the treatment complexes of patients with ED is most justified. Transcerebral exposure to magnetic fields occupies a special place among them.

**Aim of study** — development and scientific justification of a new complex physiotherapeutic method, including shock wave therapy (SVT) and transcerebral magnetotherapy, for the treatment of patients with ED.

**Materials and methods.** A prospective randomized study was carried out, which included 40 patients with a vasculogenic form of ED who underwent outpatient treatment at the Federal State Budget Scientific Institution «Research Center of the Republic of Kazakhstan» of the Ministry of Health of Russia. The 1st group (comparison) included 20 patients who received only 7 SVT procedures. The 2nd group (main) included 20 patients who received a comprehensive physiotherapeutic effect: topically — SVT (No. 7), transcerebral — running impulse magnetic field (No. 7).

**Results.** As a result of course of SVT in combination with transcerebral magnetotherapy, the total score according to the IIEF-5 questionnaire in patients increased by 34.1% ( $p < 0.05$ ), comparing with patients receiving only SVT (20.7%). In patients of main group, an increase in the quality of hardness of erection according to the Goldstein scale was noted to increase by 30.9%, in patients of comparison group — by 20.5%. It was found that the high clinical results of use of SVT in combination with transcerebral magnetotherapy are based on the compensation of local blood circulation, which manifests itself in eliminating the deficiency of blood supply by improving the tone of arterial vessels and eliminating venous stasis according to laser Doppler flowmetry (LDF). The inclusion of transcerebral magnetotherapy in the treatment complex helps to increase the level of total testosterone.

**Conclusion.** Higher therapeutic efficacy of the complex treatment of patients with ED using SVT and transcerebral magnetotherapy was revealed.

**Keywords:** *erectile dysfunction, shock wave therapy, transcerebral magnetotherapy.*

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Konchugova T.V. — <https://orcid.org/0000-0003-0991-8988>

Kulchitskaya D.B. — <https://orcid.org/0000-0002-7785-9767>

Kiyatkin V.A. — <https://orcid.org/0000-0002-4132-2853>

Gushchina N.V. — <https://orcid.org/0000-0001-7069-4472>

#### CORRESPONDING AUTHOR:

Konchugova T.V. — e-mail: [umc-rmc@mail.ru](mailto:umc-rmc@mail.ru)

#### TO CITE THIS ARTICLE:

Konchugova TV, Kulchitskaya DB, Kiyatkin VA, Gushchina NV. Transcerebral magnetic and shock wave therapy in correction of erectile dysfunction. *Problems of balneology, physiotherapy, and exercise therapy.* 2020;97(3):60-67. (In Russian). <https://doi.org/10.17116/kurort20209703160>

Разработка комплексных немедикаментозных технологий для лечения пациентов с заболеваниями мужской репродуктивной системы является важной медико-социальной проблемой. Известно, что применение природных и преформированных физических факторов вызывает существенное улучшение гемодинамики, уменьшение выраженности воспалительного процесса у пациентов с андрологическими заболеваниями [1, 2].

Использование современных методов аппаратной физиотерапии позволяет получить не только локальные лечебные эффекты, но и способствует более быстрому восстановлению нарушенного физиологического равновесия в деятельности различных систем организма, формированию компенсаторно-приспособительных реакций [3]. Благоприятные сдвиги возможны лишь при правильном подборе протокола воздействия, базирующемся на знании основных закономерностей взаимодействия физических факторов и взаимовлияния вызываемых ими в целостном организме реакций.

В лечении пациентов с эректильной дисфункцией (ЭД) наряду с медикаментозной терапией нашли применение методы физиотерапии, рефлексотерапии, лечебной физкультуры [4, 5]. Предпринятые в последние годы исследования были посвящены изучению эффективности ударно-волновой терапии (УВТ) при синдроме хронической тазовой боли, болезни Пейрони, ЭД [6, 7]. Имеются различные мнения по поводу механизмов действия этого физическо-

го фактора. Предполагается, что воздействие ударных волн на ткани позволяет достигать эффекта обезболивания вследствие гиперстимуляции выброса эндорфинов, а также изменения проницаемости клеточных мембран, ноцицептивных нервных волокон. Большое значение придается улучшению кровообращения и стимуляции процессов неоангиогенеза, а также изменению (прерыванию) рефлекторной дуги, контролирующей мышечный тонус, что объясняет антиспастическое, миорелаксирующее действие УВТ [8].

Современная физиотерапия чаще всего базируется на принципах сочетаемости различных физических факторов и выбора оптимального комплексного воздействия, позволяющего получить более высокий результат за счет суммации лечебных эффектов. Так, для лечения пациентов с ЭД были предложены сочетанные методы СМТ-фореза лекарственных препаратов, вакуум-магнитотерапии, вакуум-лазеротерапии и др. В ряде случаев авторы рекомендовали последовательно воздействовать разными по физической природе факторами на активные рефлексогенные зоны (промежность, пояснично-крестцовый отдел позвоночника). В то же время, с учетом сложного патогенеза ЭД, наиболее обоснованным представляется включение в лечебные комплексы не только эффективных локальных физиотерапевтических воздействий, но и общих физиотерапевтических методов [9].

Среди активно разрабатываемых общих методов физиотерапии особое место занимает трансцеребральное воздействие магнитными полями. Для про-

ведения трансцеребральной магнитотерапии наиболее часто используется бегущее магнитное поле, обеспечивающее адаптогенное, гипотензивное и биосинхронизирующее действие. Интерес к трансцеребральным воздействиям поддерживают данные о разнообразном влиянии магнитных полей на морфофункциональное состояние мозга и его отдельных структур (гипоталамус, эпифиз, антиноцицептивная система мозга и др.) [10].

При реализации метода трансцеребральной магнитотерапии осуществляется воздействие на регуляторные структуры головного мозга, что вызывает ответные реакции со стороны различных органов и систем пациента вследствие влияния на центральные механизмы регуляции гомеостатических процессов. Это связано с тем, что, воздействуя на клетки гипоталамуса, можно регулировать и иммунную, и эндокринную системы и через них влиять на системы адаптации как на уровне органов, так и клеточных механизмов.

Наиболее интенсивная ответная реакция наблюдается в гипоталамусе, затем следует кора головного мозга, специфические и неспецифические ядра таламуса, гиппокамп и ретикулярная формация среднего мозга. Направленность изменений в ЦНС зависит от индукции магнитного поля, применяемого по трансцеребральной методике. Детальные морфологические исследования, выполненные Ю.А. Холодовым [11], позволили выявить выраженную реакцию нейроглии на действие магнитных полей у позвоночных и беспозвоночных животных. Конечно, не остаются пассивными и другие структурные элементы нервной ткани — нейроны и кровеносные сосуды, тем не менее глия выдвигается на первый план при анализе реакций мозга на магнитные поля, поскольку отмечена ее важная роль в таких магнито-зависимых процессах, как обучение, торможение, возникновение боли и т.д.

Под влиянием терапевтических дозировок магнитных полей в электрической активности различных отделов мозга отмечается возникновение реакции синхронизации, заключающейся в увеличении числа веретен и медленных волн. Высокая чувствительность к магнитному полю ядер гипоталамуса, выполняющего функции высшего вегетативного центра и регулирующего секреторную деятельность переднего гипоталамуса, во многом объясняет сложный характер и системность реакции организма на действие магнитного поля. Индуцированная магнитным полем стимуляция и синхронизация выработки рилизинг-факторов секреторными клетками переднего гипоталамуса приводит к усилению синтеза тропных гормонов передней доли гипофиза, особенно АКТГ, ТТГ, гонадотропных гормонов. Конечным звеном этой цепи становится увеличение гормонопродукции корой надпочечников (кортизол) и другими периферическими эндокринными железами [12].

Также доказано, что магнитные поля небольшой интенсивности оказывают эффект обезболивания, что вызвано стимуляцией антиноцицептивной системы, в частности, выбросом в кровь и цереброспинальную жидкость эндорфинов, а также седативное действие, благоприятно влияют на сон и эмоциональное напряжение.

Все вышеизложенное послужило обоснованием к проведению научного исследования по разработке нового комплексного физиотерапевтического метода, включающего УВТ и трансцеребральную магнитотерапию для лечения пациентов с ЭД.

## Материал и методы

В 2018—2019 гг. в ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» было проведено проспективное рандомизированное исследование, в которое вошли 40 пациентов с васкулогенной формой ЭД, проходивших амбулаторное лечение.

*Критерии включения:* васкулогенная форма ЭД и инфекционно-воспалительные заболевания мужской репродуктивной системы в стадии ремиссии, возраст от 20 до 70 лет.

*Критерии не включения:* возраст старше 70 лет, острый воспалительный процесс в органах мочеполовой системы, активная фаза и латентная фаза хронического воспалительного процесса в органах мочеполовой системы, осложнения хронического воспалительного процесса в органах мочеполовой системы, аденома предстательной железы II—III степени, анатомическая деформация полового члена, гипо- и эпизадиа и наличие протезов полового члена, впервые выявленные противопоказания для физиотерапии во время обследования, обострение хронических заболеваний (сердечно-сосудистая, нервная и дыхательная системы, желудочно-кишечный тракт и т.д.). Абсолютными противопоказаниями к физиотерапии являлись: инфекционные и венерические заболевания, психические заболевания, болезни крови в острой и хронической стадии, злокачественные новообразования, острая и хроническая почечная или печеночная недостаточность.

Пациенты методом простой рандомизации были разделены на 2 группы. В 1-ю группу (сравнения) включили 20 пациентов, которые получали только 7 процедур УВТ. Во 2-ю (основная) группу вошли 20 пациентов, получавших комплексное физиотерапевтическое воздействие: местно — УВТ (№7), трансцеребрально — бегущее импульсное магнитное поле (№7).

До и после курса лечения пациентам проводились общий анализ крови, мочи, анализ секрета предстательной железы, определение общего тестостерона, фактора сосудистого роста эндотелия, лазерная доплеровская флоуметрия (ЛДФ).

Изучение состояния микроциркуляции полового члена осуществляли методом ЛДФ с помощью лазерного анализатора капиллярного кровотока ЛАКК-02 (Москва). Зонд устанавливали в основании головки члена. В течение 3 мин проводили запись кровотока. При использовании вейвлет-анализа рассчитывали амплитуду и частоту Э-ритмов, обусловленных секреторной активностью эндотелия, Н-ритмов (нейрогенные колебания), М-ритмов (миогенные колебания), Д-ритмов (дыхательные колебания) и С-ритмов (кардиальные колебания).

### Методы лечения

Всем пациентам применялась фокусированная УВТ на правое и левое кавернозное тело и губчатое тело по следующей методике: частота воздействия — 4 Гц, уровень интенсивности воздействия — 3–4-я ступень, количество импульсов — 1500 в течение одной процедуры. Процедуры осуществляли 2–3 раза в неделю, на курс — 7 процедур (аппарат Well Wave, «Richard Wolf GmbH», Германия). Без временного интервала проводились процедуры транскраниальной магнитотерапии: индукция — 10 мТл, частота — 25 Гц, длительность воздействия — 20 мин, 2–3 раза в неделю, на курс — 7 процедур (аппарат Диамаг).

Средний возраст обследованных пациентов составил  $59,2 \pm 8,7$  года, длительность заболевания —  $4,1 \pm 0,9$  года. Выраженность жалоб и субъективных клинических проявлений у пациентов с ЭД оценивалась при помощи анкетирования по шкале МИЭФ-5.

По результатам анализа показателей опросника МИЭФ-5, до лечения по степени выраженности заболевания пациенты были распределены следующим образом: в основной группе — 9 (45,0%) пациентов с умеренной ЭД, 11 (55,0%) больных с легкой степенью ЭД; в группе сравнения — 8 (40%) пациентов с умеренной ЭД, 12 (60%) больных с легкой степенью ЭД.

Изучение результатов анкетирования по шкале МИЭФ-5 после комплексной физиотерапии (основная группа) показало, что на первый вопрос теста, касающийся снижения количества спонтанных и адекватных эрекции, средний балл ответов вырос на 41,3%. Была выявлена положительная динамика

(на 39,7% баллов) и в ответах на второй вопрос, который касался адекватности и интенсивности эрекции. При ответе на вопрос: «Как часто Вы способны поддерживать эрекцию во время полового акта?» — средний балл вырос на 45,2%. Анализ ответов на четвертый вопрос: «Насколько часто у Вас возникают трудности с поддержанием эрекции?» и пятый вопрос: «Как часто Вы испытываете удовлетворение от полового акта?» — также показал положительную динамику показателей (на 47,2 и 40,1% соответственно).

В результате проведенного курса УВТ в комплексе с транскраниальной магнитотерапией суммарный балл по опроснику МИЭФ-5 увеличился на 5,08 (135,5%) балла ( $p < 0,05$ ), у пациентов группы сравнения после проведенной УВТ суммарный балл по МИЭФ-5 увеличился на 3,18 балла (120,8%).

Было зафиксировано увеличение качества твердости эрекции по шкале Голдштейна после окончания УВТ в комплексе с трансцеребральной магнитотерапией на 30,9%, у пациентов группы сравнения — на 20,5%. В целом можно отметить более существенное уменьшение выраженности клинической симптоматики по шкале МИЭФ-5 и шкале твердости эрекции у пациентов с ЭД после курса УВТ в комплексе с трансцеребральной магнитотерапией по сравнению с монотерапией ударными волнами. Сравнительные результаты по оценке эректильной функции у наблюдавшихся пациентов представлены в табл. 1.

При изучении состояния микроциркуляции до лечения у 69% больных с ЭД был выявлен увеличенный миогенный тонус артериол ( $10,5 \pm 0,4\%$ ), а у 31% тонус был в пределах нормальных значений. У большинства пациентов (98%) было установлено повышение вклада нейрогенных осцилляций на 37% ( $p < 0,05$ ), что свидетельствует о снижении нейрогенного тонуса артериол. Эндотелиальные колебания, связанные с оксидом азота (NO), который выделяется из эндотелия сосудов и играет важную роль в физиологической регуляции давления и распределении потока крови, были на 28% ( $p < 0,05$ ) выше нормальных значений. У всех пациентов наблюдалось увеличение вклада кардиальных и дыхательных колебаний в общий уровень флаксмоций.

**Таблица 1.** Сравнительная оценка эректильной функции пациентов с ЭД по шкале МИЭФ-5 и шкале твердости эрекции Голдштейна (баллы) до и после курса физиотерапии ( $M \pm m$ )

**Table 1.** Comparative evaluation of the erectile function of patients with ED according to the IIEF-5 scale and the Goldstein hardness scale (points) before and after the course of physiotherapy ( $M \pm m$ )

Шкала/Scale	1-я группа (n=20)/Group 1 (n=20)		2-я группа (n=20)/Group 2 (n=20)	
	до лечения before treatment	после лечения after treatment	до лечения before treatment	после лечения after treatment
МИЭФ-5/ИИЕФ-5	15,29±0,45	18,47±0,63**	14,86±0,53	19,94±0,61**
Шкала Голдштейна/Goldstein scale	2,77±0,21	3,26±0,13*	2,65±0,20	3,47±0,14**

*Примечание.* \* — при сравнении показателей до и после терапии  $p < 0,05$ ; \*\* —  $p < 0,01$  по парному критерию Стьюдента.

*Note.* \* — when comparing indicators before and after therapy  $p < 0,05$ ; \*\* —  $p < 0,01$  according to the pair Student criterion.

В целом анализ исходного микроциркуляторного фона у больных ЭД указывает на наличие ЭД, снижение уровня капиллярной перфузии, слабость и застойные явления в веноулярном и прекапиллярном звеньях, что свидетельствует об ухудшении транскапиллярного обмена и развитии гипоксии и ишемии тканей полового члена. Достоверных различий между группами по исходному уровню показателей микроциркуляции не было обнаружено.

После первой процедуры и после курса лечения у больных основной группы отмечалось улучшение нейрогенного тонуса артериол, о чем свидетельствует снижение показателя ( $A_n/3\sigma \cdot 100\%$ ) с  $23,4 \pm 0,6$  до  $19,2 \pm 0,7\%$  ( $p < 0,001$ ) и до  $20,1 \pm 0,5\%$  ( $p < 0,01$ ) соответственно. Было зафиксировано улучшение эндотелиальной функции после первой процедуры и окончания курса УВТ — показатель  $A_{Э}/3\sigma \cdot 100\%$  приблизился к нормальным значениям: с  $22,97 \pm 1,2$  до  $16,7 \pm 1,1\%$  и до  $17,1 \pm 0,9\%$  ( $p < 0,001$ ) соответственно.

После первой процедуры показатель ( $A_m/3\sigma \cdot 100\%$ ), характеризующий миогенный тонус артериол, увеличился с  $10,5 \pm 0,9$  до  $17,9 \pm 1,1\%$  ( $p < 0,001$ ). После курсового лечения наблюдалась более выраженная положительная динамика данного показателя. Было зарегистрировано уменьшение застойных явлений в веноулярном звене микроциркуляторного русла с  $10,7 \pm 0,9$  до  $8,5 \pm 0,4\%$  ( $p < 0,01$ ) после первой процедуры и до  $7,5 \pm 0,9\%$  ( $p < 0,01$ ) после курсовой терапии. Данные представлены в **табл. 2**.

В результате проведенного лечения у большинства больных с ЭД было установлено улучшение нейрогенного тонуса артериол. У пациентов, получавших только УВТ, отмечалось снижение показателя ( $A_n/3\sigma \cdot 100\%$ ) с  $23,4 \pm 0,6$  до  $19,2 \pm 0,7\%$  ( $p < 0,001$ ) после первой процедуры и до  $20,1 \pm 0,5\%$  ( $p < 0,01$ ) после курса лечения. У больных 2-й группы вышеуказанный показатель изменился с  $23,5 \pm 0,6$  до  $18,1 \pm 0,6\%$  ( $p < 0,001$ ) и до  $19,1 \pm 0,1\%$  ( $p < 0,001$ ) соответственно. Наблюдалось улучшение эндотелиальной функции. У больных, получавших только

УВТ, после первой процедуры показатель  $A_n/3\sigma \cdot 100\%$  снизился с  $22,97 \pm 1,2$  до  $16,7 \pm 1,0\%$  и до  $17,1 \pm 0,9\%$  ( $p < 0,001$ ) в конце курсового лечения. У пациентов 2-й группы данный показатель изменился после первой процедуры с  $22,87 \pm 1,2$  до  $15,8 \pm 1,0\%$  и до  $15,9 \pm 0,9\%$  ( $p < 0,001$ ) в конце лечения. У пациентов обеих групп после первой процедуры и в конце лечения наблюдалась положительная динамика показателя ( $A_m/3\sigma \cdot 100\%$ ), характеризующего миогенный тонус артериол. Было выявлено также уменьшение застойных явлений в веноулярном звене микроциркуляторного русла.

В целом у пациентов обеих групп с ЭД изменения показателей ЛДФ имели однонаправленный характер. Наблюдалось снижение изначально увеличенного миогенного тонуса артериол, которое свидетельствует о вазодилатации прекапилляров, увеличении числа функционирующих капилляров и приросте нутритивного кровотока. Было отмечено улучшение эндотелиальной функции, что также привело к снижению периферического сопротивления и прекапиллярной вазорелаксации. Таким образом, курсовое применение УВТ как монофактора и в сочетании с трансцеребральной магнитотерапией у больных с ЭД оказывало выраженное корригирующее действие на систему микрогемодинамики.

Анализ данных ЛДФ показал, что эндотелиальные осцилляции кровотока явились чувствительными к действию физических факторов. Выявленное улучшение эндотелиальной функции также привело к снижению периферического сопротивления и прекапиллярной вазорелаксации.

Однако в сравнительном аспекте у пациентов с ЭД, получавших комплексное воздействие УВТ и трансцеребральной магнитотерапией, наблюдалось более значимое улучшение нейрогенного тонуса артериол по сравнению с больными, получавшими только УВТ. Результатом активации нейрогенных механизмов регуляции кровотока у вышеуказанной группы пациентов явилось более выраженное устра-

**Таблица 2.** Динамика показателей ЛДФ после первой процедуры и курса лечения у пациентов с ЭД, получавших физиотерапевтическое лечение ( $M \pm m$ )

**Table 2.** Dynamics of LDF after the first procedure and course of treatment in patients with ED who received physiotherapeutic treatment ( $M \pm m$ )

$A_{инд}/3\sigma \cdot 100\%$	Норма Norm	До лечения Before treatment		После 1-й процедуры After 1 procedure		После лечения After treatment	
		1-я группа (n=20) Group 1 (n=20)	2-я группа (n=20) Group 2 (n=20)	1-я группа (n=20) Group 1 (n=20)	2-я группа (n=20) Group 2 (n=20)	1-я группа (n=20) Group 1 (n=20)	2-я группа (n=20) Group 2 (n=20)
		Э/Е	$14,1 \pm 0,9$	$22,97 \pm 1,2$	$22,87 \pm 1,2$	$16,7 \pm 1,1^{**}$	$15,8 \pm 1,0^{**}$
Н/Н	$17,1 \pm 0,8$	$23,4 \pm 0,6$	$23,4 \pm 0,6$	$19,2 \pm 0,7^{**}$	$18,1 \pm 0,6^{**}$	$20,1 \pm 0,5^*$	$19,1 \pm 0,1^{**}$
М/М	$15,0 \pm 0,9$	$10,5 \pm 0,9$	$10,9 \pm 0,9$	$17,9 \pm 1,1^{**}$	$17,1 \pm 1,0^{**}$	$15,7 \pm 0,7^{**}$	$15,3 \pm 0,5^{**}$
Д/Д	$7,9 \pm 0,7$	$10,7 \pm 0,9$	$10,9 \pm 0,9$	$8,5 \pm 0,4^*$	$8,1 \pm 0,3^{**}$	$7,5 \pm 0,9^*$	$7,7 \pm 0,9^*$
С/С	$5,7 \pm 0,3$	$6,4 \pm 0,9$	$6,9 \pm 0,9$	$2,6 \pm 0,4^{**}$	$4,5 \pm 0,5^{**}$	$3,4 \pm 0,6^*$	$4,6 \pm 0,5^{**}$

**Примечание.** \* — достоверность различия показателей до и после первой процедуры и курса лечения на уровне  $p < 0,01$ ; \*\* —  $p < 0,001$  по парному критерию Стьюдента.

**Note.** \* — the significance of differences in indicators before and after the first procedure and course of treatment at the level of  $p < 0.01$ ; \*\* —  $p < 0.001$  according to the pair Student criterion. E — endothelial activity; N — neurogenic fluctuations; R — respiratory fluctuations; M — myogenic fluctuations; C — cardiac vibrations.

**Таблица 3.** Показатели микроскопического исследования секрета простаты у пациентов обеих групп с ЭД до и после терапии ( $M \pm m$ )  
**Table 3.** Microscopic examination of prostate secretion in patients of both groups with ED before and after therapy ( $M \pm m$ )

Период Period	1-я группа (n=20)/Group 1 (n=20)		2-я группа (n=20)/Group 2 (n=20)	
	лейкоциты leucocytes	лецитиновые зерна lecithin grains	лейкоциты leucocytes	лецитиновые зерна lecithin grains
До лечения Before treatment	10,1±1,4	1,18±0,12	13,2±1,6	1,31±0,16
После лечения After treatment	8,6±1,3*	1,41±0,16*	10,7±1,5*	1,30±0,17*
Через 3 мес After 3 months	9,4±0,9	1,71±0,15	11,6±1,1	1,39±0,15

*Примечание.* \* — достоверность различия показателей до и после курса лечения  $p \geq 0,5$ .

*Note.* \* — significance of differences in indicators before and after course of treatment  $p \geq 0.5$ .

нение застойных явлений в прекапиллярном звене микроциркуляторного русла.

Динамику активности воспалительного процесса в простате у пациентов с ЭД и сопутствующим хроническим простатитом (ХП) оценивали по данным микроскопического исследования ее секрета. Данные исследований представлены в **табл. 3**.

У 17 (85,0%) пациентов группы сравнения и у 16 (80,0%) пациентов основной группы не было выявлено достоверного изменения количества лейкоцитов и лецитиновых зерен в секрете предстательной железы. У 3 пациентов отмечалось увеличение количества лейкоцитов в секрете предстательной железы в среднем с  $16,7 \pm 2,4$  до  $26,4 \pm 2,9$  ( $p < 0,1$ ). Количество лецитиновых зерен в секрете простаты у пациентов 1-й и 2-й групп после терапии оставалось практически неизменным ( $p > 0,1$ ) (**см. табл. 3**).

У 3 пациентов группы сравнения и 1 пациента основной группы было зарегистрировано увеличение количества лейкоцитов в секрете простаты после завершения терапии в среднем с  $18,4 \pm 4,4$  до  $30,5 \pm 3,7$ , без изменения ирритативного и болевого синдромов ( $p < 0,1$ ). Увеличение количества лейкоцитов в секрете простаты у пациентов с ЭД и сопутствующим ХП с латентной фазой активности было обусловлено улучшением дренажной функции выводных протоков ацинусов простаты, улучшением интраорганической гемодинамики простаты и в первую очередь венозного кровотока. Важно отметить, что ни в одном из случаев в секрете предстательной железы не было зафиксировано повышения количества эритроцитов, которое могло бы свидетельствовать о контузии органа, что объективно доказывает безопасность метода УВТ при предложенных параметрах воздействия.

При анализе общеклинических лабораторных тестов (клинического анализа крови, общего анализа мочи) у наблюдавшихся пациентов, получавших курс УВТ, статистически значимых изменений основных показателей не было выявлено. Этот факт также можно расценивать как свидетельство отсутствия травматического воздействия ударных волн на ткань предстательной железы и уретры.

В результате комплексной терапии у 11 (55,0%) пациентов основной группы было отмечено увеличение содержания в крови тестостерона. УВТ, проведенная 15 (75,0%) пациентам 1-й группы, не оказывала достаточного влияния на уровень тестостерона, у 4 пациентов этой группы уровень тестостерона снизился в среднем с  $25,61 \pm 4,21$  до  $16,40 \pm 3,45$  ммоль/л. В среднем по группам получены достоверные различия. Так, в основной группе уровень тестостерона увеличился с  $11,71 \pm 0,87$  /л до  $14,80 \pm 0,55$  нмоль/л ( $p < 0,05$ ), в группе сравнения с  $11,23 \pm 0,46$  до  $12,78 \pm 0,37$  нмоль/л ( $p > 0,05$ ).

Эту тенденцию можно объяснить тем, что трансцеребральная магнитотерапия оказывает определенное влияние на гемодинамику таламо-гипофизарной системы, которое приводит к нейрогуморальному воздействию на гонады и надпочечники (сетчатую зону) и стимулирует их эндокринную функцию. Тенденция к уменьшению гормонального дисбаланса способствует усилению терапевтического эффекта при включении в лечебный комплекс общего физиотерапевтического воздействия.

Фактор роста эндотелия сосудов (VEGF) — гликопротеины, вырабатываемые клетками для стимулирования васкулогенеза (образование эмбриональной сосудистой системы) и ангиогенеза (рост новых сосудов в уже существующей сосудистой системе). Наиболее важную роль в организме человека играет гликопротеин семейства VEGF-A, который выполняет следующие функции: ангиогенез, миграцию клеток эндотелия, митоз клеток эндотелия, активность метанмонооксигеназы, активность интегрин  $\alpha V \beta 3$ , создание просветов в кровеносных сосудах, создание пор в клетках эндотелия, хемотаксис для макрофагов и гранулоцитов, вазодилатацию.

В результате проведенной УВТ у 11 (55,0%) пациентов 1-й группы с ЭД была отмечена тенденция к увеличению VEGF-A с  $104,5 \pm 5,8$  до  $118,7 \pm 4,9$  пг/мл ( $p < 0,1$ ), у 12 (60,0%) пациентов 2-й группы после завершения комплексной терапии VEGF-A увеличился с  $96,9 \pm 6,1$  до  $117,2 \pm 6,9$  пг/мл ( $p < 0,05$ ), что может свидетельствовать о стимуляции процесса неоангиогенеза в тканях полового члена.

По совокупной оценке результатов лечения пациентов 1-й группы улучшение было зафиксировано у 14 (70,0%), отсутствие динамики — у 6 (30,0%), случаев ухудшения выявлено не было. У пациентов 2-й группы, получавшей комплексное воздействие УВТ с трансцеребральной магнитотерапией, улучшение наблюдалось у 17 (85,0%), отсутствие динамики — у 3 (15,0%), ухудшения эректильной функции после проведенной терапии зарегистрировано не было.

Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют о том, что УВТ в комплексе с трансцеребральной магнитотерапией у пациентов с ЭД оказывает корригирующее действие на систему микрогемодинамики, обусловленное усилением осцилляций миогенного, нейрогенного и эндотелиального диапазонов. Результатом активации местных механизмов тканевого кровотока и увеличения выработки фактора сосудистого роста эндотелия явились адекватная модуляция микроциркуляторного русла, направленная на увеличение объемных характеристик микрогемодинамики, усиление транспортной функции крови, устранение гипоксии, застойных явлений в веноулярном и прекапиллярном звеньях, улучшение транскапиллярного обмена и трофики тканей.

УВТ, несмотря на механическую природу фактора, не оказывает повреждающего действия на ткани мочеиспускательного канала и полового члена. Включение в комплекс методики трансцеребральной магнитотерапии способствует повышению уровня общего тестостерона и фактора роста эндотелия сосудов VEGF-A. Разработанный метод может быть рекомендован для включения в персонализированные программы лечения пациентов андрологического профиля с васкулогенной ЭД.

## Заключение

В результате проведенного курса УВТ в комплексе с трансцеребральной магнитотерапией суммарный балл по опроснику МИЭФ-5 у пациентов с ЭД уве-

личился на 34,1% ( $p < 0,05$ ) в сравнении с пациентами, получающими только УВТ, у которых этот показатель составил 20,7%. У пациентов основной группы было выявлено увеличение качества твердости эрекции по шкале Голдштейна на 30,9%, у пациентов группы сравнения — на 20,5%.

Высокие клинические результаты применения УВТ в комплексе с трансцеребральной магнитотерапией базируются на компенсации локального кровотока, что проявляется в устранении дефицита кровоснабжения за счет улучшения тонуса артериальных сосудов и устранения венозного застоя по данным ЛДФ. Наблюдаемое снижение изначально увеличенного миогенного тонуса артериол свидетельствует о вазодилатации прекапилляров, увеличении числа функционирующих капилляров, а также о приросте нутритивного кровотока.

Кроме того, у пациентов после проведения комплексного физиотерапевтического лечения с включением трансцеребральной магнитотерапии повышался уровень общего тестостерона, что приводит к нейрогуморальному воздействию на гонады и надпочечники (сетчатую зону) и оказывает определенное стимулирующее действие на их эндокринную функцию, в связи с чем происходят улучшение клинической симптоматики и повышение качества жизни пациентов с ЭД. Полученные данные свидетельствуют о целесообразности включения трансцеребральной магнитотерапии наряду с УВТ в комплекс лечения пациентов с ЭД.

**Участие авторов:** Концепция и дизайн, редактирование — Т.В. Кончугова; Сбор и обработка материала — В.А. Кияткин, Н.В. Гущина; Статистическая обработка данных — Д.Б. Кульчицкая; Написание текста — Т.В. Кончугова, Д.Б. Кульчицкая.

**Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.**

**The authors declare no conflict of interest.**

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Карпухин И.В., Бобков А.Д., Казанцев С.Н. Основные принципы физиотерапии копулятивной дисфункции у мужчин. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2006;6:14-19. Karpukhin IV, Bobkov AD, Kazantsev SN. The basic principles of physiotherapy of copulative dysfunction in men. *Problems of balneology, physiotherapy and exercise therapy*. 2006;6:14-19. (In Russian).
2. Карпухин И.В., Кияткин В.А., Ли А.А., Бобков А.Д., Казанцев С. Применение физиобальнеотерапевтических факторов в комплексном восстановительном лечении больных хроническим бактериальным простатитом, осложненным эректильной дисфункцией. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2010;1:25-28. Karpukhin IV, Kiyatkin VA, Li AA, Bobkov AD, Kazantsev S. Application of physiobalneo-therapy factors in the complex rehabilitation treatment of patients with chronic bacterial prostatitis complicated by erectile dysfunction. *Problems of balneology, physiotherapy and exercise therapy*. 2010;1:25-28. (In Russian).
3. *Медицинская реабилитация*. Под ред. Боголюбова В.М. Изд. 3-е, испр. и доп. М.: Бином; 2010. *Medical rehabilitation*. Ed. Bogolyubov V.M. Ed. 3rd, rev. and add. M.: Binom; 2010. (In Russian).
4. *Физиотерапия и курортология*. Т. 1. Под. ред. Боголюбова В.М. М.: Бином; 2008. *Physiotherapy and balneology*. V.1. Ed. Bogolyubov V.M. M.: Binom; 2008. (In Russian).
5. Кульчицкая Д.Б., Кончугова Т.В., Кияткин В.А., Казанцев С.Н., Цыганова Т.Н. Применение аппаратной физиотерапии у больных с эректильной дисфункцией. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2019;2:61-66. Kulchitskaya DB, Konchugova TV, Kiyatkin VA, Kazantsev SN, Tsyganova TN. The use of physiotherapy in patients with erectile dysfunction. *Problems of balneology, physiotherapy and exercise therapy*. 2019;2:61-66. (In Russian).

6. Lu Z, Lin G, Reed-Maldonado A, Wang C, Lee YC, Lue TF. Low-intensity Extracorporeal Shock Wave Treatment Improves Erectile Function: A Systematic Review and Meta-analysis. *European Urology*. 2017;71:223-233.
7. Гарилевич Б.А., Бобровницкий И.П., Нагорнев С.Н., Родин Д.Б., Семенов А.А. Перспективы развития ударно-волновой терапии. *Russian Journal of Rehabilitation Medicine*. 2015;1:42-51. Garilevich BA, Bobrovnikitsky IP, Nagornev SN, Rodin DB, Semenov AA. Prospects for the development of shock wave therapy. *Russian Journal of Rehabilitation Medicine*. 2015;1:42-51. (In Russian).
8. Кончугова Т.В., Кульчицкая Д.Б., Кияткин В.А., Самойлов А.С., Колбахова С.Н. Физиотерапевтическое лечение эректильной дисфункции у больных хроническим простатитом. Учебное пособие. М.: Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна; 2019. Konchugova TV, Kulchitskaya DB, Kiyatkin VA, Samoilov AS, Kolbakhova SN. Physiotherapeutic treatment of erectile dysfunction in patients with chronic prostatitis. Tutorial. M.: Federal medical biophysical center n.a. A.I. Burnazyan; 2019. (In Russian).
9. Кульчицкая Д.Б., Кончугова Т.В., Кияткин В.А., Самойлов А.С., Колбахова С.Н. Немедикаментозное лечение и профилактика эректильной дисфункции. М.: Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна; 2019.
10. Михайлик Л.В., Тверскова Н.В., Зубкова С.М. Влияние транскраниального импульсного магнитного поля и дециметровых волн на активность ядерной ДНК клеток коры головного мозга. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры*. 2008;1:11-12. Mikhaylik LV, Tverskova NV, Zubkova SM. Influence of transcranial pulsed magnetic field and decimeter waves on the activity of nuclear DNA of brain cortex cells. *Problems of balneology, physiotherapy and exercise therapy*. 2008;1:11-12.
11. Холодов Ю.А. Нейробиологические подходы к магнитотерапии. *Биомедицинская радиоэлектроника*. 1998;2:30-37. Kholodov YuA. Neurobiological approaches to magnetotherapy. *Biomed radio electronics*. 1998;2:30-37. (In Russian).
12. Чичкан Д.Н. Нейрогуморальные механизмы системных эффектов лечебных физических факторов электромагнитной природы (экспериментально-клинические исследования): Дис. ... д-ра мед. наук. Минск. 2006. Chichkan DN. *Neurohumoral mechanisms of systemic effects of therapeutic physical factors of an electromagnetic nature (experimental clinical studies)*: Dis. ... kand. med. nauk. Minsk. 2006. (In Russian).

Получена 04.04.20

Received 04.04.20

Принята в печать 23.04.20

Accepted 23.04.20

## Современные возможности криотерапии при хронических функциональных запорах у детей

© М.А. ХАН<sup>1</sup>, А.И. ЧУБАРОВА<sup>2</sup>, М.А. РАССУЛОВА<sup>1</sup>, Е.М. ТАЛЬКОВСКИЙ<sup>1</sup>, Е.В. НОВИКОВА<sup>1,3</sup>,  
М.В. РУМЯНЦЕВА<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации восстановительной и спортивной медицины» Департамента здравоохранения Москвы, Москва, Россия;

<sup>2</sup>ГБУЗ «Детская городская клиническая больница им. Н.Ф. Филатова» Департамента здравоохранения Москвы, Москва, Россия

<sup>3</sup>ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский университет)

### Резюме

**Введение.** Среди актуальных проблем педиатрии хронический запор занимает одну из лидирующих позиций в связи с высокой распространенностью (20—40%) и возможностью развития осложнений. Кондукционная криотерапия, применяемая отдельно и в сочетании с чрескожной электронейростимуляцией, является перспективной технологией лечения хронического запора у детей.

**Цель исследования** — научное обоснование применения кондукционной криотерапии и ее сочетанного воздействия с чрескожной электронейростимуляцией при хроническом запоре у детей.

**Материал и методы.** Обследованы 80 детей в возрасте 3—15 лет (средний возраст 8±2 года), страдающих хроническим запором: 35 (43,8%) мальчиков, 45 (56,2%) девочек. У 47 (58,8%) детей был выявлен хронический запор гипотонического типа (ГЗ), у 33 (41,2%) — хронический запор спастического типа (СЗ). Дети были разделены на 4 группы, сопоставимые по численности, возрасту, полу и клиническим проявлениям. Пациенты всех групп получали базисное лечение: послабляющую диету, пробиотики, желчегонные препараты, ферменты. Пациентам основной группы применялось сочетанное воздействие кондукционной криотерапии и чрескожной электронейростимуляции — криоэлектронейростимуляция. Детям 1-й группы сравнения была назначена кондукционная криотерапия, 2-й группы сравнения — чрескожная электронейростимуляция. Пациенты контрольной группы получали только базисную терапию. С целью оценки эффективности воздействия физических факторов проводились клинико-функциональные обследования детей до лечения, непосредственно после курса лечения, а также через 3, 6 и 12 мес.

**Результаты и обсуждение.** Наиболее высокая эффективность лечения была установлена у детей основной группы при ГЗ и СЗ (91,6 и 87,5% соответственно) при применении криоэлектронейростимуляции. Кондукционная криотерапия оказалась наиболее эффективна для лечения СЗ (77,7%). Результаты исследования позволили разработать алгоритм назначения чрескожной электронейростимуляции и кондукционной криотерапии в зависимости от типа дискинетических расстройств толстой кишки у детей. Всем детям, независимо от типа хронического запора, показано применение сочетанного воздействия физических факторов (криоэлектронейростимуляция), чрескожная электронейростимуляция рекомендована при ГЗ, кондукционная криотерапия — при СЗ.

**Заключение.** Доказана более высокая терапевтическая эффективность сочетанного применения кондукционной криотерапии и чрескожной электронейростимуляции при различных типах дискинетических расстройств у детей по непосредственным и отдаленным результатам лечения. Предложен алгоритм дифференцированного назначения кондукционной криотерапии и чрескожной электронейростимуляции с учетом типа дискинетических нарушений толстой кишки.

**Ключевые слова:** хронический запор, дети, медицинская реабилитация, кондукционная криотерапия, чрескожная электронейростимуляция, криоэлектронейростимуляция.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Хан М.А. — д.м.н., проф.; <https://orcid.org/0000-0002-1081-1726>; eLibrary SPIN: 1070-2800

Чубарова А.И. — д.м.н., проф.; <https://orcid.org/0000-0001-8831-6242>

Рассулова М.А. — д.м.н., проф.; <https://orcid.org/0000-0002-9566-9799>; eLibrary SPIN: 9763-9952

Тальковский Е.М. — к.м.н.; <https://orcid.org/0000-0002-7517-4625>; eLibrary SPIN: 5031-7531

Новикова Е.В. — к.м.н.; <https://orcid.org/0000-0002-8987-1296>; eLibrary SPIN: 7001-7993

Румянцова М.В. — к.м.н.; <https://orcid.org/0000-0002-6665-4176>; eLibrary SPIN: 4992-3528

### АВТОР, ОТВЕТСТВЕННЫЙ ЗА ПЕРЕПИСКУ:

Тальковский Евгений Максимович — e-mail: talge21@mail.ru

### КАК ЦИТИРОВАТЬ:

Хан М.А., Чубарова А.И., Рассулова М.А., Тальковский Е.М., Новикова Е.В., Румянцова М.В. Современные возможности криотерапии при хронических функциональных запорах у детей. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры.* 2020;97(3):68-75. <https://doi.org/10.17116/kurort20209703168>

## Modern possibilities of cryotherapy for chronic functional constipation in children

© M.A. KHAN<sup>1</sup>, A.I. CHUBAROVA<sup>2</sup>, M.A. RASSULOVA<sup>1</sup>, E.M. TALKOVSKY<sup>1</sup>, E.V. NOVIKOVA<sup>1,3</sup>, M.V. RUMYANTSEVA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Moscow scientific practical center of medical rehabilitation and sport medicine, Moscow, Russia;

<sup>2</sup>Children's city clinic hospital named after N.F. Filatov, Moscow, Russia;

<sup>3</sup>First Moscow state medical university named after I.M. Sechenov, Moscow, Russia

### Abstract

**Introduction.** Among the urgent problems of pediatrics, chronic constipation occupies one of the leading positions due to its high prevalence (20—40%) and the possibility of complications. Conductive cryotherapy, used separately and in combination with percutaneous electrostimulation, is a promising technology for the treatment of chronic constipation in children.

**Aim of study** — scientific evidence of the use of conductive cryotherapy and its combined effect with percutaneous electrostimulation in children with chronic constipation.

**Materials and methods.** We examined 80 children aged 3—15 years (average age 8±2 years) suffering from chronic constipation: 35 (43.8%) boys, 45 (56.2%) girls. In 47 (58.8%) children, chronic constipation of the hypotonic type (HT) was detected, in 33 (41.2%) — chronic constipation of the spastic type (ST). Children were divided into 4 groups, comparable in number, age, gender and clinical manifestations. Patients of all groups received basic treatment: laxative diet, probiotics, choleric drugs, enzymes. Patients of the main group used the combined effect of conduction cryotherapy and percutaneous electrostimulation — cryo-electrostimulation. Conduction cryotherapy was prescribed for children of the 1st comparison group, percutaneous electrostimulation was assigned to the 2nd comparison group. Patients in the control group received only basic therapy. In order to assess the effectiveness of impact of physical factors, clinical and functional examinations of children were carried out before treatment, immediately after the course of treatment, and also 3, 6 and 12 months later after treatment.

**Results and discussion.** The highest treatment efficacy was found in children of the main group with HT and ST (91.6 and 87.5%, respectively) after cryoelectronic neurostimulation. Conduction cryotherapy was most effective for the treatment of ST (77.7%). The results of the study made it possible to develop an algorithm for the prescription of percutaneous electrostimulation and conduction cryotherapy, depending on the type of dyskinetic disorders of the colon in children. All children, regardless of the type of chronic constipation, are prescribed to use the combined effects of physical factors (cryoelectrostimulation), percutaneous electrostimulation is recommended for HT, conductive cryotherapy — for ST.

**Conclusion.** The higher therapeutic effectiveness of the combined use of conduction cryotherapy and percutaneous electrostimulation in various types of dyskinetic disorders in children has been proved according to immediate and long-term results of treatment. An algorithm is proposed for differential use of conduction cryotherapy and percutaneous electrostimulation taking into account the type of dyskinetic disorders of the colon.

**Keywords:** chronic constipation, children, medical rehabilitation, conductive cryotherapy, percutaneous electrostimulation, cryoelectronic neurostimulation.

### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Khan M.A. — <https://orcid.org/0000-0002-1081-1726>; eLibrary SPIN: 1070-2800

Chubarova A.I. — <https://orcid.org/0000-0001-8831-6242>

Rassulova M.A. — <https://orcid.org/0000-0002-9566-9799>; eLibrary SPIN: 9763-9952

Talkovsky E.M. — <https://orcid.org/0000-0002-7517-4625>; eLibrary SPIN: 5031-7531

Novikova E.V. — <https://orcid.org/0000-0002-8987-1296>; eLibrary SPIN: 7001-7993

Rumyantseva M.V. — <https://orcid.org/0000-0002-6665-4176>; eLibrary SPIN: 4992-3528

### CORRESPONDING AUTHOR:

Talkovsky E.M. — e-mail: talge21@mail.ru

### TO CITE THIS ARTICLE:

Khan MA, Chubarova AI, Rassulova MA, Talkovsky EM, Novikova EV, Rumyantseva MV. Modern possibilities of cryotherapy for chronic functional constipation in children. *Problems of balneology, physiotherapy, and exercise therapy*. 2020;97(3):68-75. (In Russian). <https://doi.org/10.17116/kurort20209703168>

Хронический запор представляет собой одну из важнейших и социально значимых проблем современной педиатрии вследствие высокой распространенности (20—40% детского населения), возможности развития осложнений (энкопрез, трещины прямой кишки, парапроктит, кишечная непроходимость), значительного снижения качества жизни [1—4].

Применяемые нелекарственные методы лечения детей с хроническим запором в настоящее время не всегда достаточно эффективны, в связи с включе-

нием в программы медицинской реабилитации физических факторов преимущественно в виде монотерапии [5—9].

Одним из актуальных направлений развития современной физиотерапии является разработка сочетанных технологий, основанных на применении в одной процедуре двух физических факторов, что позволяет повысить эффективность медицинской реабилитации за счет усиления синергичных компонентов механизма лечебного действия.

В настоящее время перспективным методом физиотерапии в лечении детей с хроническими запорами является кондукционная криотерапия (ККТ), позволяющая улучшить локальное кровообращение, нормализовать сосудистый тонус, моторику и трофику толстой кишки, что определяет перспективность его включения в медицинскую реабилитацию детей с хроническим запором [10, 11].

Чрескожная электронейростимуляция (ЧЭНС) за счет регулирующего влияния на моторику толстой кишки и обезболивающего эффекта создает теоретические предпосылки для ее применения при хроническом запоре у детей [12].

Положительное влияние вышеуказанных физических факторов, обладающих малой энергетической нагрузкой на детский организм, создает необходимые условия для разработки новой технологии медицинской реабилитации, основанной на сочетанном их применении при хроническом запоре [10—12].

Цель исследования — научное обоснование применения ЧЭНС, ККТ и их сочетанного воздействия при хроническом запоре у детей.

## Материал и методы

В соответствии с целью и поставленными задачами было проведено проспективное открытое рандомизированное клиническое исследование в отделе медицинской реабилитации детей и подростков ГАУЗ «МНПЦ Медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины» Департамента здравоохранения Москвы и на базе педиатрического отделения ГБУЗ «Детская городская клиническая больница им. Н.Ф. Филатова» Департамента здравоохранения Москвы. Обследование пациентов проводилось по единому алгоритму в соответствии с разработанными индивидуальными картами.

В работе были использованы клинико-функциональные методы исследования: анализ анамнеза и жалоб больного с использованием Римских критериев IV (2016); осмотр промежности, пальцевое исследование прямой кишки, баллонография толстой кишки и аноректальная профилометрия.

Исследование было одобрено Локальным этическим комитетом ГАУЗ МНПЦ МРВСМ ДЗМ от 26.01.17. Все включенные в исследование пациенты (родители детей или их законные представители) подписали добровольное информированное согласие на участие.

Всего в исследование включили 80 детей в возрасте 3 до 15 лет (средний возраст  $8 \pm 2$  года), страдающих хроническим запором, среди которых были 35 (43,8%) мальчиков и 45 (56,2%) девочек. У 47 (58,8%) детей был выявлен хронический запор гипотонического типа (ГЗ), у 33 (41,2%) — хронический запор спастического типа (СЗ).

*Критериями включения в исследование являлись:* возраст от 3 до 15 лет; диагнозы «функциональный запор» (у детей до 4 лет) (G7), «хронический запор» (K 59.0, N3a), «запор-ассоциированный энкопрез» (N3b).

*Критериями невключения были:* болезнь Гиршпрунга, толстокишечная непроходимость, энкопрез психогенного и неврогенного характера, сочетанная тяжелая соматическая патология, невозможность выполнения исследования, наличие общих противопоказаний к физиотерапии.

*Критерии исключения составили:* возникновение или обострение соматических заболеваний во время исследования, препятствующих продолжению исследования и приводящих к нарушению графика процедур; возникновение инфекционного заболевания; непереносимость тока и холодных процедур; отказ ребенка или его родителей (законных представителей) от продолжения участия в исследовании; отсутствие приверженности к лечению (несоблюдение рекомендаций по лечению, сроков визитов к врачу).

Все пациенты методом рандомизации с использованием электронных таблиц случайных чисел были разделены на четыре группы по 20 детей в каждой, сопоставимые по возрасту, полу и клиническим проявлениям.

Все больные получали основное лечение: послабляющую диету, пробиотики, желчегонные препараты, ферменты.

Кроме того, пациентам основной группы, среди которых были 12 (60,0%) детей с ГЗ и 8 (40,0%) с СЗ, применяли ККТ в сочетании с ЧЭНС (криоэлектронейростимуляция — КЭНС); пациентам 1-й группы сравнения, в том числе 11 (55,0%) с ГЗ и 9 (45,0%) с СЗ, была назначена ККТ; 2-й группы сравнения, включающей 10 (50,0%) детей с ГЗ и 10 (50,0%) с СЗ, — ЧЭНС. Контрольная группа, которую составили 11 (55,0%) детей с ГЗ и 9 (45,0%) с СЗ, получала только базовую терапию.

## Методики лечения

ККТ осуществляли детям 1-й группы сравнения с помощью аппарата Криотур-600 (Германия). Воздействие проводили на область живота в положении ребенка лежа на спине с использованием криоапликатора (плоский криоэлемент Пелтье) при температуре  $-10$  °C по лабильной методике (по часовой стрелке), контактно с двукратным повторением и перерывом между ними в течение 1 мин, экспозиция в зависимости от возраста (3—15 лет) составила от 6 до 10 мин, ежедневно, на курс — 10 процедур.

ЧЭНС проводили детям 2-й группы сравнения, при этом воздействие импульсными токами осуществлялось в режиме ЧЭНС частотой 40 Гц с помощью аппарата Стимутур-600 (Германия) посредством наложений 2 электродов на переднюю брюшную стенку и на сегментарную зону (S2—S4 — область крестца) сзади. Длительность воздействия составила от 6 до 10 мин, ежедневно, на курс — 10 процедур.

Сочетанное воздействие ККТ и ЧЭНС (КЭНС) применяли детям основной группы на область живота по лабильной методике с использованием аппарата Криотур-600 и на крестцовую область (S2—S4) с помощью аппарата Стимутур-600 в режиме ЧЭНС стабильно с двукратным повторением с перерывом между ними в течение 1 мин. Экспозиция в зависимости от возраста (3—15 лет) составила от 6 до 10 мин, ежедневно, на курс — 10 процедур.

С целью анализа эффективности физических факторов при хроническом запоре у детей были проведены клинико-функциональные исследования до начала лечения, после его окончания, а также спустя 3, 6 и 12 мес.

### Статистический анализ данных

Выполняли с использованием компьютерной программы SPSS 23.0. Для оценки количественных показателей связанных выборок применяли критерий Вилкоксона, для анализа качественных признаков —

критерий Пирсона  $\chi^2$ , а несвязанных выборок — критерий Манна—Уитни. Значимыми принимались различия при  $p < 0,05$ .

### Результаты

Хронический запор наиболее часто (45% случаев) встречался у детей 7—11 лет, чаще (53,8%) у девочек, независимо от типа нарушения кишечной моторики. Заболевание дебютировало у детей до 3 лет в 51,3% случаев, в 4—6 лет — в 31,3%. Большинство (77,5%) пациентов более 3 лет страдали хроническим запором.

У 60,0% детей до лечения при всех типах хронического запора отмечался абдоминальный синдром. При СЗ достоверно ( $p < 0,05$ ) чаще выявлялись боли в животе (75,0%), чем при ГЗ (47,7%). Энкопрез и чувство неполного опорожнения кишечника наблюдались преимущественно у детей при ГЗ (36,7 и 25,0% случаев соответственно).

Таблица 1. Частота выявления клинических симптомов у детей с хроническим запором, абс. (%)

Table 1. The frequency of detection of clinical symptoms in children with chronic constipation, abs. (%)

Клинический симптом Clinical symptom	Группа Group			
	1-я группа сравнения (ККТ) (n=20) 1st comparison group (CCT) (n=20)	2-я группа сравнения (ЧЭНС) (n=20) 2nd comparison group (PENS) (n=20)	основная группа (КЭНС) (n=20) main group (CENS) (n=20)	контрольная группа (n=20) control group (n=20)
Абдоминальный синдром Abdominal syndrome				
до лечения before treatment	11 (55,0)	11 (55,0)	13 (65,0)	12 (60,0)
после лечения after treatment	2 (10,0)* **	3 (15,0)*	0*	5 (25,0)*
Болезненная дефекация Painful defecation				
до лечения before treatment	6 (30,0)	5 (25,0)	7 (35,0)	6 (30,0)
после лечения after treatment	0*	0*	0*	0*
Самостоятельный стул Self-maintained defecation				
до лечения before treatment	0	0	0	0
после лечения after treatment	15 (75,0%)* ** #	13 (65,0)* #	18 (90,0)* **	10 (50,0)*
Энкопрез Encopresis				
до лечения before treatment	6 (30,0)	8 (40,0)	7 (35,0)	8 (40,0)
после лечения after treatment	2 (10,0)* **	4 (20,0)* #	0*	6 (30,0)

Примечание. \* — достоверность различий ( $p < 0,05$  по критерию  $\chi^2$ ) показателей (%) при сравнении с исходными данными; \*\* — достоверность различий ( $p < 0,05$  по критерию  $\chi^2$ ) показателей при сравнении с контрольной группой; # — достоверность различий ( $p < 0,05$  по критерию  $\chi^2$ ) показателей между основной группой и группами сравнения.

Note. \* — significance of differences ( $p < 0.05$  according to the  $\chi^2$  criterion) of indicators (%) when compared with the initial data; \*\* — significance of differences ( $p < 0.05$  according to the  $\chi^2$  criterion) of indicators when compared with the control group; # — significance of differences ( $p < 0.05$  according to the  $\chi^2$  criterion). Indicators between the main group and the comparison groups.

При всех типах запора встречалась болезненная дефекация, которая была зафиксирована у 26,3% детей, чаще (36,1%) — у пациентов с СЗ ( $p < 0,05$ ). Частота дефекаций не зависела от типа запора и у большинства (71,3%) детей отмечалась 1 раз в 3—5 сут.

По данным баллонографии, до лечения у всех детей был выявлен гипокINETический тип моторной активности. Умеренный гипокИнез (1-я степень выраженности), проявляющийся снижением индекса моторной активности с относительной сохранностью тонуса стенки толстой кишки, был зарегистрирован в 55,0% случаев при ГЗ; гипертонический гипокИнез (3-я степень выраженности) с гипертонусом кишечной стенки и снижением моторной активности — в 45,0% случаев при СЗ. По данным аноректальной профилометрии до лечения, у всех пациентов с ГЗ был выявлен гипотонус анального сфинктера, при СЗ — гипертонус.

Полученные данные клинических наблюдений свидетельствовали о наличии функциональных нарушений толстой кишки у детей с дискинетическими нарушениями толстой кишки, что определило необходимость включения в программу медицинской реабилитации физических факторов.

На основании проведенных клинических исследований было установлено, что статистически значимая положительная динамика большинства клинических симптомов хронического запора у большинства детей отмечалась только при применении сочетанного воздействия двух физических факторов — КЭНС (табл. 1).

Для оценки эффективности воздействия физических факторов при хроническом запоре у детей проводился ежедневный мониторинг частоты регистрации самостоятельного стула и энкопреза при различных типах дискинетических расстройств толстой кишки.

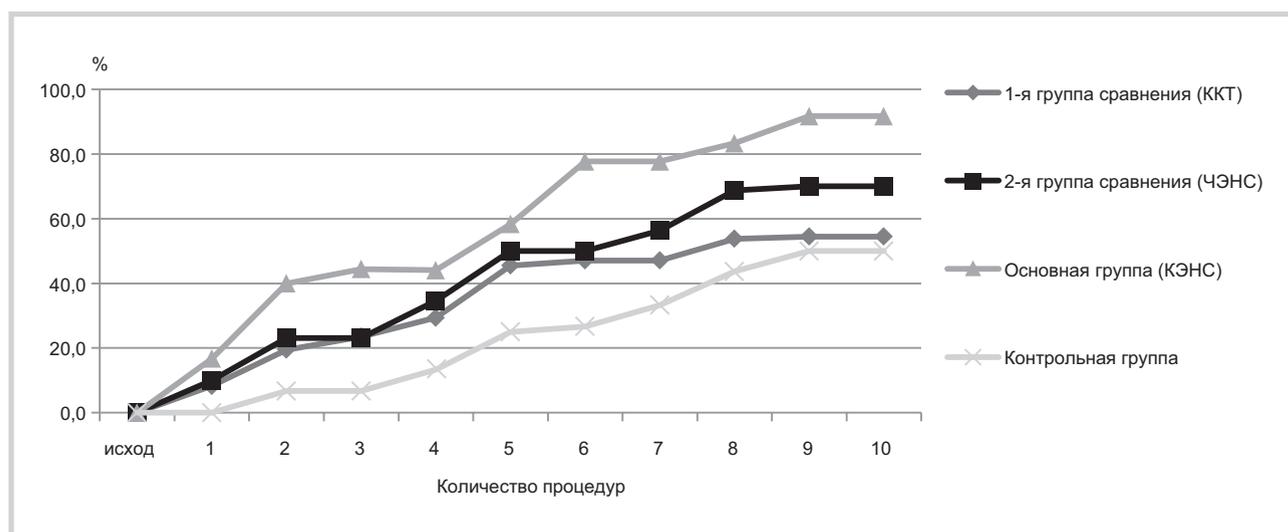


Рис. 1. Частота выявления ежедневного самостоятельного стула в динамике у детей с гипотоническим типом хронического запора, %.  
Fig. 1. The frequency of detection of daily self-maintained defecation in the dynamics in children with hypotonic type of chronic constipation, %.

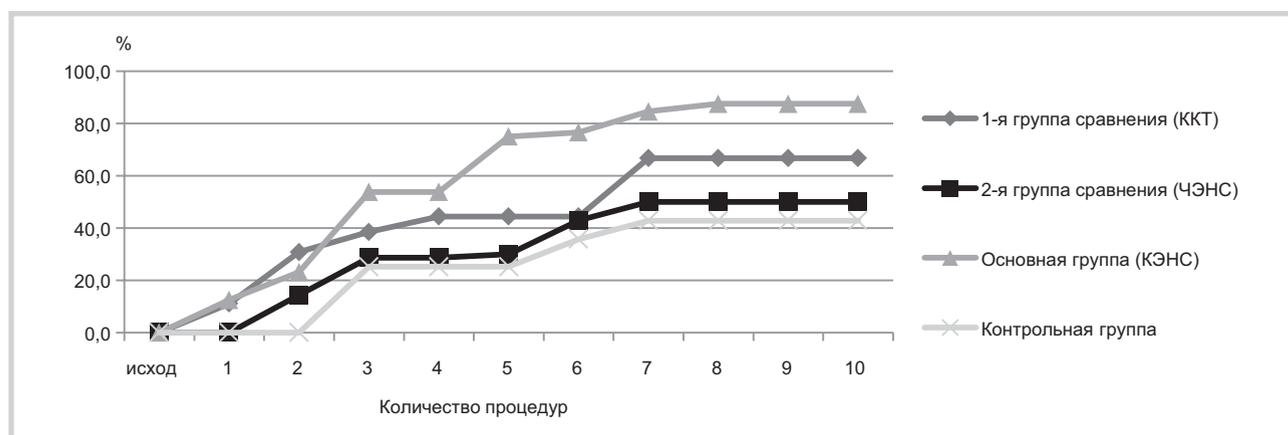


Рис. 2. Частота выявления ежедневного самостоятельного стула в динамике у детей со спастическим типом хронического запора, %.  
Fig. 2. The frequency of detection of a daily self-maintained defecation in the dynamics in children with a spastic type of chronic constipation, %.

При гипотоническом типе дискинезии толстой кишки ежедневный самостоятельный стул при КЭНС впервые появился после 1-й процедуры у 16,7% детей, под влиянием ККТ — у 8,3%, ЧЭНС — у 10,0% (рис. 1).

К середине курса лечения самостоятельный стул при воздействии КЭНС регистрировался уже в 58,3% случаев, при применении ЧЭНС — у 50,0% детей, под влиянием ККТ — у 45,5%. К концу лечения регулярный стул статистически значимо ( $p < 0,05$ ) определялся у большего числа (91,7%) детей при сочетанном воздействии двух физических факторов, чем при ЧЭНС (70,0%) и ККТ (54,5%).

При СЗ ежедневный самостоятельный стул под влиянием КЭНС был выявлен после 1-й процедуры у 12,5 и у 11,1% детей при изолированном криовоздействии (рис. 2).

К середине курса терапии самостоятельный стул наблюдался в 75,0% случаев при сочетанном влиянии двух физических факторов, что достоверно чаще, чем при изолированном криовоздействии (44,4%) и ЧЭНС (30,0%) ( $p < 0,05$ ). К концу курса КЭНС самостоятельный стул отмечался у большего числа (87,5%) детей. При изолированном криовоздействии самостоятельный стул имел место в 66,7% случаев, ЧЭНС — в 50,0%.

При ГЗ энкопрез полностью купировался уже к середине курса лечения у всех детей под влиянием КЭНС, сохраняясь лишь у 10,0% пациентов, получавших ЧЭНС. К концу курса энкопрез полностью отсутствовал у детей основной группы и 2-й группы сравнения и сохранялся у 18,2% детей, получавших ККТ ( $p < 0,05$ ).

При СЗ энкопрез полностью купировался к середине курса лечения у детей, получавших КЭНС и ККТ, сохраняясь к концу курса лишь у пациентов под воздействием ЧЭНС в 30,0% случаев ( $p < 0,05$ ).

Данные баллонографии под влиянием физических факторов выявили положительную тенденцию сдвигов параметров моторики толстой кишки. Только при сочетанном применении двух физических факторов у 91,7% детей при гипотоническом типе и у 87,5%

при спастическом типе дискинезии толстой кишки регистрировались снижение тонуса кишечной стенки и увеличение индекса моторной активности ( $p < 0,05$ ), что свидетельствовало о наиболее выраженной положительной динамике показателей баллонографии по сравнению с воздействием монофакторов.

При раздельном криовоздействии положительные сдвиги параметров баллонографии в виде достоверного снижения тонуса толстой кишки у большинства (77,8%) детей ( $p < 0,05$ ) отмечались при спастическом типе нарушения моторики толстой кишки.

При изолированном применении ЧЭНС более выраженное улучшение показателей баллонографии в виде статистически значимого повышения индекса моторной активности ( $p < 0,05$ ) регистрировалось у 50,0% детей при гипотоническом типе запора.

Анализ данных аноректальной профилометрии показал, что только при сочетанном применении двух физических факторов наблюдалась наиболее выраженная положительная динамика показателей при всех типах хронического запора у детей.

При ГЗ в 83,3% случаев отмечалось уменьшение длины анального сфинктера и увеличение максимального давления анального сфинктера в покое и напряжении до возрастной нормы ( $p < 0,05$ ).

При СЗ у 87,5% детей было выявлено увеличение длины анального сфинктера и снижение давления анального сфинктера в покое и напряжении до возрастной нормы ( $p < 0,05$ ).

При изолированном криовоздействии более значимая положительная динамика показателей аноректальной профилометрии выявлялась при СЗ в виде удлинения (в 77,8% случаев) и снижения показателей максимального давления анального сфинктера в покое (в 88,9%) до возрастных норм ( $p < 0,05$ ).

При применении ЧЭНС только при ГЗ у 70,0% пациентов были зарегистрированы более выраженные положительные сдвиги показателей в виде сокращения длины в покое и подъема максимального давления анального сфинктера при напряжении до возрастной нормы ( $p < 0,05$ ).

Таблица 2. Эффективность применения ККТ, ЧЭНС и их сочетанного воздействия у детей с хроническим запором, абс. (%)

Table 2. The effectiveness of the use of CCT, PENS and their combined effects in children with chronic constipation, abs. (%)

Критерий оценки эффективности Criteria of effectiveness impact	Группа/Group			
	1-я группа сравнения (ККТ) (n=20) 1st comparison group (CCT) (n=20)	2-я группа сравнения (ЧЭНС) (n=20) 2nd comparison group (PENS) (n=20)	основная группа (КЭНС) (n=20) main group (CENS) (n=20)	контрольная группа (n=20) control group (n=20)
Улучшение Improvement	15 (75,0)* **	13 (65,0)* **	18 (90,0)*	10 (50,0)
Без перемен No changes	5 (25,0)	7 (35,0)	2 (10,0)	10 (50,0)

Примечание. \* — достоверность различий ( $p < 0,05$  по критерию  $\chi^2$ ) показателей по сравнению контрольной группой на уровне; \*\* — достоверность различий ( $p < 0,05$  по критерию  $\chi^2$ ) между группами сравнения и основной группой.

Note. \* — significance of differences ( $p < 0.05$  according to the  $\chi^2$  criterion) of indicators compared with the control group at the level; \*\* — significance of differences ( $p < 0.05$  according to the  $\chi^2$  criterion) between the comparison groups and the main group.

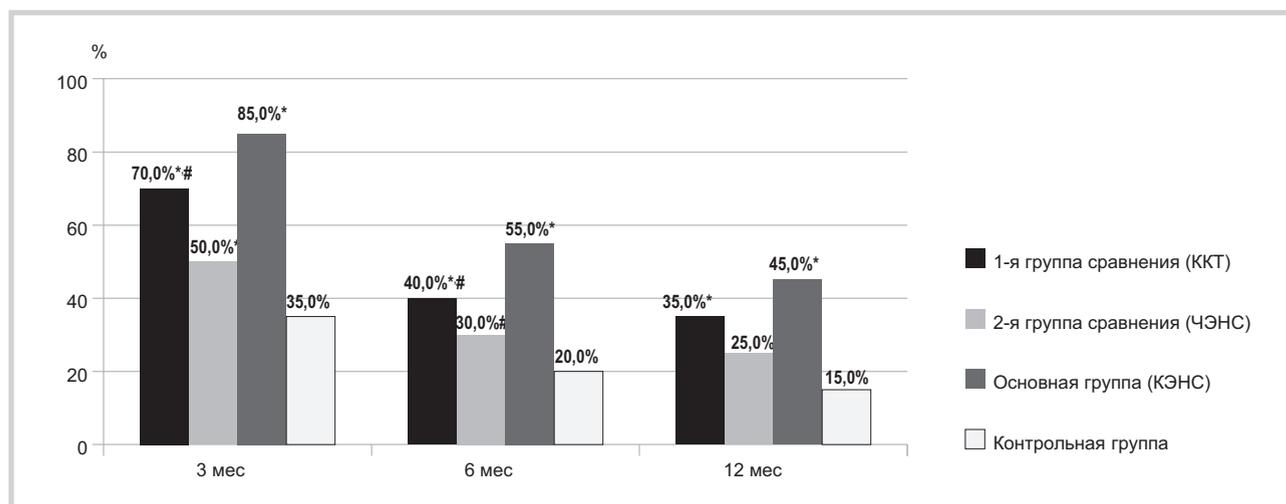
**Таблица 3.** Эффективность применения ККТ, ЧЭНС и их сочетанного воздействия у детей с хроническим запором в зависимости от типа хронического запора

**Table 3.** The effectiveness of the use of CCT, PENS and their combined effects in children with chronic constipation, depending on the type of chronic constipation

Эффективность Эффективность	Группа/Group							
	1-я группа сравнения (ККТ) (n=20) 1st comparison group (CCT) (n=20)		2-я группа сравнения (ЧЭНС) (n=20) 2nd comparison group (PENS) (n=20)		основная группа (КЭНС) (n=20) main group (CENS) (n=20)		контрольная группа (n=20) control group (n=20)	
	ГЗ (n=11) HT (n=11)	СЗ (n=9) ST (n=9)	ГЗ (n=10) HT (n=10)	СЗ (n=10) ST (n=10)	ГЗ (n=12) HT (n=12)	СЗ (n=8) ST (n=8)	ГЗ (n=11) HT (n=11)	СЗ (n=9) ST (n=9)
Улучшение Improvement	63,6%* <sup>##</sup>	77,7%*	80,0%*	50,0%* <sup>##</sup>	91,6%*	87,5%*	54,5%	44,4%
Без перемен No changes	36,3%	22,3%	20,0%	50,0%	8,4%	12,5%	45,5%	55,6%

*Примечание.* ГЗ — гипотонический запор, СЗ — спастический запор; \* — достоверность различий ( $p < 0,05$  по критерию  $\chi^2$ ) показателей по сравнению с контрольной группой; \*\* — достоверность различий ( $p < 0,05$  по критерию  $\chi^2$ ) показателей между группами сравнения и основной группой; # — достоверность различий ( $p < 0,05$  по критерию  $\chi^2$ ) показателей между 1-й и 2-й группами сравнения; ## — достоверность различий ( $p < 0,05$  по критерию  $\chi^2$ ) показателей между подгруппами ГЗ и СЗ.

*Note.* HT — hypotonic constipation, ST — spastic constipation; \* — reliability of differences ( $p < 0.05$  according to the  $\chi^2$  criterion) of indicators compared with the control group; \*\* — significance of differences ( $p < 0.05$  according to the  $\chi^2$  criterion) of indicators between the comparison groups and the main group; # — significance of differences ( $p < 0.05$  according to the  $\chi^2$  criterion) of indicators between the 1st and 2nd comparison groups; ## — significance of differences ( $p < 0.05$  by the  $\chi^2$  criterion) of indicators between the subgroups of HT and ST.



**Рис. 3.** Отдаленные результаты эффективности лечения детей с хроническим запором (через 3, 6 и 12 мес), %.

\* — достоверность различий ( $p < 0,05$  по критерию  $\chi^2$ ) показателей по сравнению с контрольной группой; # — достоверность различий ( $p < 0,05$  по критерию  $\chi^2$ ) показателей между группами сравнения и основной группой.

**Fig. 3.** Long-term results of the effectiveness of treatment of children with chronic constipation (3, 6 and 12 months after treatment), %.

\* — significance of differences ( $p < 0.05$  according to the  $\chi^2$  criterion) of indicators compared with the control group; # — significance of differences ( $p < 0.05$  by the  $\chi^2$  criterion) of indicators between the comparison groups and the main group.

Комплексный анализ динамики клинико-функциональных показателей у детей с различными типами нарушения моторики толстой кишки, проведенный до и сразу после лечения, показал статистически значимый ( $p < 0,05$ ) более выраженный результат при КЭНС (90,0%). При изолированном применении эффективность ККТ составила 75,0%, ЧЭНС — 65,0% (табл. 2).

Проведенный анализ непосредственных результатов лечения в зависимости от типа дискинетических

нарушений толстой кишки продемонстрировал, что при гипотоническом типе дискинезии толстой кишки достоверно ( $p < 0,05$ ) более высокая эффективность отмечалась у детей, получавших сочетанное воздействие двух физических факторов (в 91,6% случаев) и изолированное влияние ЧЭНС (80%) (табл. 3).

При спастическом типе статистически значимые ( $p < 0,05$ ) положительные результаты были получены при применении КЭНС (87,5%) и при раздельном криовоздействии (77,7%).

Клинические исследования, проведенные у детей с хроническим запором через 3, 6 и 12 мес после лечения, свидетельствовали о сохранении более стойкого терапевтического эффекта при применении КЭНС по сравнению с раздельным применением двух физических факторов (рис. 3).

Нежелательные явления на фоне лечения не отмечались ни в одной из групп.

## Заключение

На основании полученных данных научных исследований дано обоснование необходимости применения ККТ при хроническом запоре у детей. Выявлены особенности влияния ККТ и ее сочетанного применения с ЧЭНС на клинико-функциональные показатели детей с различными типами дискинетических расстройств толстой кишки. Установлена более высокая терапевтическая эффективность КЭНС при хроническом запоре у детей по непосредствен-

ным и отдаленным результатам лечения. Предложен клинический алгоритм назначения физических факторов с учетом типа нарушения кишечной моторики.

## Дополнительная информация

**Источник финансирования:** Исследование проведено при поддержке ГАОУЗ МНПЦ МРВСМ ДЗМ и ГБОУЗ ДГКБ им. Н.Ф. Филатова ДЗМ.

**Участие авторов:** концепция и дизайн исследования — М.А. Хан, Е.М. Тальковский; организация исследования, статистическая обработка результатов, написание статьи — Е.М. Тальковский, Е.В. Новикова; сбор материала — Е.М. Тальковский; научное консультирование, редактирование — М.А. Хан, М.А. Рассулова, А.И. Чубарова, М.В. Румянцева.

**Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.**

**The authors declare no conflict of interest.**

## ЛИТЕРАТУРА/ REFERENCES

1. Хавкин А.И., Файзуллина Р.А., Бельмер С.В., Горелов А.В., Захарова И.Н., Звягин А.А., Корниенко Е.А., Нижевич А.А., Печкуров Д.В., Потапов А.С., Приворотский В.Ф., Рычкова С.В., Шеина О.П., Эрдес С.И. *Диагностика и тактика ведения детей с функциональными запорами*. Пособие для врачей. М.: Медпрактика-М; 2015. Khavkin AI, Fajzullina RA, Bel'mer SV, Gorelov AV, Zaharova IN, Zvyagin AA, Kornienko EA, Nizhevich AA, Pechkurov DV, Potapov AS, Privorotskij VF, Rychkova SV, Sheina OP, Erdes SI. *Diagnosis and tactics of managing children with functional constipation*. Manual for doctors. M.: Medpraktika-Moscow; 2015. (In Russian).
2. Эрдес С.И., Матукатова Б.О. Запоры у детей: распространенность, клинические особенности, современные подходы к лечению. *Вопросы практической педиатрии*. 2016;11(4):73-78. Erdes SI, Matsukatova BO. Constipation in children: prevalence, clinical features, modern approaches to treatment. *Questions of practical pediatrics*. 2016;11(4):73-78. (In Russian).
3. Benninga MA, Faure C, Hyman PE, Roberts ISJ, Schechter NL, Nurko S. Childhood Functional Gastrointestinal Disorders: Neonate/Toddler. *Gastroenterology*. 2016;12:182-187.
4. Davis JL. Identifying Underlying Emotional Instability and Utilizing a Combined Intervention in the Treatment of Childhood Constipation and Encopresis-A Case Report. *J Altern Complement Med*. 2016;5:134-137.
5. Холодова И.Н., Ильенко Л.И., Рубцова А.А. Тактика лечения функциональных нарушений ЖКТ у детей раннего возраста. *Медсовет*. 2015;1:46-50. Kholodova IN, Ilyenko LI, Rubtsova AA. Tactics of treatment of functional disorders of the gastrointestinal tract in young children. *Medsovet*. 2015;1:46-50. (In Russian).
6. *Запоры у детей*. Под ред. Бельмера С.В., Разумовского А.Ю., Хавкина А.И., Файзуллиной Р.А. М.: Медпрактика; 2016. *Constipation in children*. Ed. Belmer S.V., Razumovsky A.Yu., Khavkin A.I., Fayzullina R.A. M.: Medpraktika; 2016. (In Russian).
7. Poddar U. Approach to Constipation in Children. *Indian Pediatr*. 2016;53(4):319-327.
8. Гераськин А.В. *Детская колопроктология*. Руководство для врачей. Под общ. ред. Гераськина А.В., Дронова А.Ф., Смирнова А.Н. М.: Контэнт; 2012. Geraskin AV. *Children's coloproctology: a guide for physicians*. Total. ed. Geraskin A.V., Dronov A.F., Smirnov A.N. Moscow: Content; 2012. (In Russian).
9. Хан М.А., Разумов А.Н., Корчажкина Н.Б., Погонченкова И.В. *Физическая и реабилитационная медицина в педиатрии*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2018. Khan MA, Razumov AN, Korchazhkina NB, Pogonchenkova IV. *Physical and rehabilitation medicine in pediatrics*. M. GEOTAR-Media; 2018. (In Russian).
10. *Физическая и реабилитационная медицина*. Национальное руководство. Серия «Национальные руководства». Под ред. Пономаренко Г.Н. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2016. *Physical and rehabilitation medicine*. National leadership. National Guidelines series. Ed. Ponomarenko G.N. M.: GEOTAR-Media; 2016. (In Russian).
11. Портнов В.В., Медалиева П.Х. *Криотерапия*. Общая и локальная воздушная криотерапия. Сборник статей и пособий для врачей. Под ред. Портнова В.В. М. 2009. Portnov VV, Medieyeva RKh. *Cryotherapy*. General and local air cryotherapy. Sat. articles and manuals for doctors. Ed. Portnov V.V. M. 2009. (In Russian).
12. Улащик В.С. *Физиотерапия*. Универсальная медицинская энциклопедия. Минск: Книжный Дом; 2012. Ulashchik VS. *Physiotherapy*. Universal Medical Encyclopedia. Minsk: Book House; 2012. (In Russian).

Получена 02.12.19

Received 02.12.19

Принята в печать 22.01.20

Accepted 22.01.20

Вопросы курортологии, физиотерапии  
и лечебной физической культуры,  
2020, Т. 97, №3, с. 76-82  
<https://doi.org/10.17116/kurort20209703176>

Problems of balneology, physiotherapy, and exercise therapy=  
Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoi fizicheskoi kultury  
2020, Vol. 97, no 3, pp. 76-82  
<https://doi.org/10.17116/kurort20209703176>

## Механизмы действия и клиническая эффективность ультратонотерапии в комплексном лечении онихомикозов стоп

© М.М. ТЛИШ<sup>1</sup>, М.Е. ШАВИЛОВА<sup>1</sup>, А.А. МАТИШЕВ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Краснодар, Россия;

<sup>2</sup>ООО «Центр лазерной медицины», Краснодар, Россия

### Резюме

**Введение.** Длительное течение онихомикозов, выраженный гиперкератоз, медленный рост ногтей стоп, соматическая отягощенность, а также повышение резистентности возбудителей нередко приводят к снижению эффективности традиционных антимикотиков, диктуют необходимость создания новых методов терапии. Перспективным направлением является применение в комплексе с противогрибковыми препаратами переменного тока надтональной частоты высокого напряжения и малой силы — ультратонотерапии (УТ). В статье представлены данные о механизмах действия и клинической эффективности этого метода в комплексном лечении онихомикозов стоп.

**Цель исследования** — изучить механизмы действия и оценить клиническую эффективность УТ в комплексном лечении онихомикозов стоп.

**Материал и методы.** Противогрибковое действие УТ изучали на колониях *Trichophyton rubrum* и *Candida albicans*. Распределение на пораженной ногтевой пластине озона, выделяющегося в ходе процедуры, оценивали *in vitro* с помощью качественной химической реакции и фотодерматоскопии. Состояние тканевого кровотока в околоногтевых тканях при воздействии УТ исследовали *in vivo* посредством ультразвукового доплерографического сканирования (УЗДГС). Клиническую эффективность метода оценивали по результатам комплексного лечения пациентов с онихомикозами стоп в сравнении с традиционными способами терапии.

**Результаты.** УТ оказывает как фунгицидный, так и фунгистатический эффекты. При качественной реакции на озон отмечено окрашивание поверхности и мелких структур ногтевой пластины. По данным УЗДГС, после применения УТ зафиксировано достоверное увеличение кровоснабжения околоногтевых тканей. Совместное применение переменного тока надтональной частоты высокого напряжения с противогрибковыми препаратами у пациентов с онихомикозами стоп способствует быстрому росту ногтя и сокращению сроков микологического излечения.

**Заключение.** УТ обладает противогрибковым действием и улучшает микроциркуляцию в области ногтевого ложа. В комплексной терапии пациентов с онихомикозами стоп метод ускоряет клиническое и микологическое излечение, стимулирует рост ногтя, что позволяет сократить курс системной и местной противогрибковой терапии.

**Ключевые слова:** лечение онихомикозов, переменный ток, озон, ультразвуковое исследование.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Тлиш М.М. — д.м.н., доцент; <https://orcid.org/0000-0001-9323-4604>; eLibrary SPIN: 8452-4062

Шавилова М.Е. — <https://orcid.org/0000-0002-5776-6221>; eLibrary SPIN: 3346-6060

Матишев А.А. — <https://orcid.org/0000-0002-7209-1269>

### АВТОР, ОТВЕТСТВЕННЫЙ ЗА ПЕРЕПИСКУ:

Шавилова Марина Евгеньевна — e-mail: [marina@netzkom.ru](mailto:marina@netzkom.ru)

### КАК ЦИТИРОВАТЬ:

Тлиш М.М., Шавилова М.Е., Матишев А.А. Механизмы действия и клиническая эффективность ультратонотерапии в комплексном лечении онихомикозов стоп. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2020;97(3):76-82. <https://doi.org/10.17116/kurort20209703176>

## Mechanisms of action and clinical effectiveness of ultrasonotherapy in the complex treatment of foot onychomycosis

© М.М. TLISH<sup>1</sup>, М.Е. SHAVILOVA<sup>1</sup>, А.А. MATISHEV<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kuban state medical university, Krasnodar, Russia;

<sup>2</sup>LLC «Center of laser medicine», Krasnodar, Russia

### Abstract

**Introduction.** A long course of onychomycosis, severe hyperkeratosis, slow growth of the nails of the feet, somatic burden, as well as an increase in the resistance of pathogens often lead to a decrease in the effectiveness of traditional antimycotics, dictating the need to create new methods of therapy. A promising direction of treatment is the use of alternating current of supratonal frequency of high voltage and low power — ultrasonotherapy (UT) in combination with antifungal drugs. The article presents data on the

mechanisms of action and clinical effectiveness of this method in the complex treatment of foot onychomycosis.

**Aim of study** — to study the mechanisms of action and evaluate the clinical effectiveness of UT in the complex treatment of foot onychomycosis.

**Materials and methods.** The antifungal effect of UT was studied in the colonies of *Trichophyton rubrum* and *Candida albicans*. The distribution of ozone released during the procedure on the affected nail plate was evaluated *in vitro* using a qualitative chemical reaction and photodermatoscopy. The state of tissue blood flow in the periungual tissues under the influence of UT was studied *in vivo* by means of ultrasound dopplerographic scanning (USDGS). The clinical effectiveness of the method was evaluated according to the results of complex treatment of patients with foot onychomycosis in comparison with traditional methods of therapy.

**Results.** UT has both fungicidal and fungistatic effects. With a qualitative reaction to ozone, coloring of the surface and small structures of the nail plate was noted. According to the USDGS, after the use of UT, a significant increase in blood supply to the periungual tissues was recorded. The combined use of alternating current of a high voltage ultrasonic frequency with antifungal drugs in patients with foot onychomycosis contributes to the rapid growth of the nail and shorten the duration of mycological cure.

**Conclusion.** UT has an antifungal effect and improves microcirculation in the area of the nail bed. In the complex treatment of patients with foot onychomycosis, the method accelerates clinical and mycological cure, stimulates nail growth, which reduces the rate of systemic and local antifungal therapy.

**Keywords:** treatment of onychomycosis, alternating current, ozone, ultrasound.

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Shavilova M.E. — <https://orcid.org/0000-0002-5776-6221>; eLibrary SPIN: 3346-6060

Tlish M.M. — <https://orcid.org/0000-0001-9323-4604>; eLibrary SPIN: 8452-4062

Matishev A.A. — <https://orcid.org/0000-0002-7209-1269>

#### CORRESPONDING AUTHOR:

Shavilova M.E. — e-mail: marina@netzkom.ru

#### TO CITE THIS ARTICLE:

Tlish MM, Shavilova ME, Matishev AA. Mechanisms of action and clinical effectiveness of ultrasonotherapy in the complex treatment of foot onychomycosis. *Problems of balneology, physiotherapy, and exercise therapy*. 2020;97(3):76-82. (In Russian). <https://doi.org/10.17116/kurort20209703176>

## Введение

В последние годы в России и других странах было проведено немало крупных исследований, посвященных эпидемиологии дерматофитий. Доказано, что микозы стоп являются наиболее распространенной формой грибковой инфекции, при которой ногтевая пластина вовлекается в патологический процесс в 40–50% случаев [1]. Распространенность онихомикозов достигает 10% среди населения во всем мире [2]. В нашей стране, по разным оценкам, число больных составляет 15 млн. Заболевание чаще регистрируется у лиц старше 40 лет [3, 4].

Основными возбудителями онихомикозов являются *Trichophyton rubrum* (60–95% случаев) и *Trichophyton mentagrophytes var. interdigitale* (7–24%), реже регистрируются *Candida* spp. и плесневые грибы (*Aspergillus* spp., *Fusarium* spp.) [4–6]. При этом в структуре грибковой инфекции, обусловленной смешанной флорой, отмечается наибольший удельный вес ассоциации *Tr. rubrum* и *C. albicans* [7].

В зависимости от характера изменений ногтевой пластины различают нормотрофическую, гипертрофическую, атрофическую формы заболевания. Выраженность клинической картины также определяется местом проникновения и распространенностью грибковой инфекции в ногтевой пластине, на основании чего выделяют дистально-латеральный, проксимальный, тотальный и поверхностный онихомикозы. Дис-

тально-латеральное поражение может распространяться на  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{2}{3}$  и более, что необходимо учитывать при выборе метода лечения [8, 9].

Терапия онихомикозов стоп в настоящее время основана на применении системных и наружных противогрибковых препаратов. Системные средства из-за высокой кератинофильности способны длительно сохраняться в ногте, но необходимость их продолжительного применения при онихомикозах обуславливает риск развития общесоматических побочных реакций. Топические антимикотики обладают фунгицидным действием на большинство возбудителей, однако при этом оказывают влияние преимущественно на поверхностный слой ногтевой пластины, не достигая патогенов в ногтевом ложе и матриксе. Также известно, что низкая эффективность антифунгальной терапии у больных старших возрастных групп нередко связана с замедлением роста ногтей, угасанием иммунных механизмов защиты кожи, наличием сопутствующей патологии (сахарный диабет, нарушения периферического кровообращения) [10, 11].

При лечении системными и местными противогрибковыми препаратами скорость роста ногтя стоит на первом месте среди показателей, обуславливающих продолжительность терапии [9]. Рост и структура ногтя зависят от функционального состояния матрикса. Для нормального деления и дифференцировки онихобластам необходимо достаточное количество кислоро-

да и питательных веществ, вследствие этого они очень чувствительны к изменениям микроциркуляции крови. Установлено, что у больных онихомикозами имеются выраженные нарушения микроциркуляции и оксигенации тканей в области ногтевого матрикса [12].

Трудности лечения онихомикозов также обусловлены развитием у части штаммов устойчивости к противогрибковым препаратам, особенно при длительном или нерегулярном их применении. В частности, изучены механизмы развития резистентности у *Tr. rubrum* и *Candida* spp., опосредованные генетическими мутациями целевого фермента клетки гриба и появлением транспортных систем, осуществляющих активное выведение молекул антимикотиков [13].

Таким образом, длительный анамнез заболевания, выраженный гиперкератоз, медленный рост ногтей стоп и соматическая отягощенность, а также развивающаяся резистентность возбудителей вследствие самостоятельного применения больными широко рекламируемых антимикотиков диктуют необходимость разработки новых комплексных методов терапии, действующих на все звенья развития заболевания.

Анализ отечественных и зарубежных исследований показал, что совместное использование топических антимикотиков и физиотерапии позволяет сократить сроки назначения системных противогрибковых препаратов, а также расширяет этиологические показания к применению последних [10]. При этом оправданным следует считать применение таких физиотерапевтических способов, которые оказывают фунгицидное действие, восстанавливают микроциркуляторные и гипоксические изменения ногтевого ложа, а также способствуют ускорению роста ногтя. К ним можно отнести ультратонотерапию (УТ) — способ воздействия, основанный на применении переменного тока надтональной частоты (ТНЧ) (22 кГц) высокого напряжения и малой силы, который подводится контактно с помощью стеклянных электродов, заполненных инертным газом.

УТ может проявлять фунгицидное действие за счет образования при возникновении коронного разряда слабого УФ-излучения, озона и окислов азота. Озон вызывает повреждение клеточной мембраны гриба, запуская процессы перекисного окисления липидов [14].

ТНЧ также оказывает осцилляторное действие, заключающееся в изменении взаимодействия собственных полей электрических частиц тканей и межклеточной жидкости. В результате этого происходят сложные изменения микроструктур белков, гидратации молекул и дисперсности коллоидов клетки, что активизирует нейтрофилы и макрофаги, ускоряя формирование защитного барьера вокруг очага инфекции [15, 16].

Микроциркуляторное и антигипоксическое действие УТ связано с тепловым эффектом. Взаимодействие электрических колебаний с заряженными частицами (электронами, ионами, диполи) биологических

тканей приводит к линейным колебаниям последних. Поскольку движение ионов и дипольных молекул происходит в вещественной среде, оно сопровождается возникновением трения с выделением эндогенного тепла, которое вызывает рефлекторную вегетососудистую реакцию, направленную на понижение температуры тканей. При этом происходит раскрытие прекапиллярных сфинктеров, расширение кровеносных сосудов, что приводит к увеличению кровенаполнения в зоне воздействия [16].

При онихомикозах стоп УТ может оказывать дополнительный противогрибковый эффект за счет выделяющихся при коронном разряде УФ-излучения и озона. Применение этого метода на пике концентрации системного антимикотика в плазме крови путем повышения тока крови может способствовать росту концентрации препарата в сосудах ногтевого ложа, увеличению количества факторов специфической и неспецифической иммунной защиты. Дополнительная обработка ТНЧ проксимального валика ногтя увеличит кровенаполнение сосудов зоны матрикса, что, в свою очередь, улучшит оксигенацию и питание онихобластов, и, как следствие, простимулирует их деление и дифференцировку, увеличив скорость роста ногтя. Таким образом, использование УТ в комплексном лечении пациентов с онихомикозами стоп может способствовать более быстрому клиническому и микологическому излечению, позволит сократить курс системной и местной противогрибковой терапии.

Цель исследования — изучить механизмы действия и оценить клиническую эффективность УТ в комплексном лечении онихомикозов стоп.

## Материал и методы

Исследование выполнено на кафедре дерматовенерологии ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России (КубГМУ) с клинической базой ГБУЗ «Клинический кожно-венерологический диспансер» Минздрава Краснодарского края.

Дизайн исследования включал изучение *in vitro* противогрибкового действия УТ, распределение на пораженной ногтевой пластине озона, выделяющегося при коронном разряде, определение *in vivo* влияния на гемодинамику ногтевого комплекса и оценку клинической эффективности этого метода в комплексном лечении онихомикозов стоп.

Для УТ использовали аппарат Радуга-АФ 119 с параметрами воздействия тока надтональной частоты до 2 мА высокого напряжения, генерируемым с частотой 22 кГц с зазором над обрабатываемой поверхностью 1–2 мм. Экспозиция грибовидного электрода в исследованиях *in vitro* составляла 20–50 с на 1 см<sup>2</sup>, *in vivo* — 20–30 с на 1 см<sup>2</sup> площади в области околоногтевых валиков и 30–50 с — в области очага поражения ногтевой пластины.

Противогрибковое действие ТНЧ изучали на колониях *Tr. rubrum* и *C. albicans* путем сравнения их количества и выраженности ингибирования периферического роста. Чистую культуру *Tr. rubrum* пересеивали петлей на стандартную агаризированную среду Sabouraud в чашку Петри, половину которой ежедневно в течение 14 сут обрабатывали с помощью аппарата для УТ. *C. albicans* предварительно разводили в пробирке дистиллированной водой до 0,01 единицы плотности по Макфарланду (определяли с помощью денситометра Densimat, «BioMerieux») и культивировали в 2 чашках Петри с хромогенной средой Sabouraud («Himedia», Индия), одну из которых однократно обрабатывали с помощью аппарата для УТ. Результаты роста колоний *Tr. rubrum* оценивали на 7-е и 14-е сутки, *C. albicans* — на 3-и сутки.

Качественное определение и распределение озона проводили на срезанной инфицированной ногтевой пластине, предварительно обработанной 10% водным раствором йодида калия, смешанным с крахмалом. Возникающий под действием ТНЧ озон окисляет иодид-ион до йода, который дает с крахмалом синее окрашивание. С помощью фотодерматоскопии, визуально, по окрашиванию ногтевой пластины, оценивали проникающую способность выделившегося озона.

Изменение состояния тканевого кровотока при воздействии УТ оценивали у пациентов с онихомикозом стоп неинвазивным способом с применением ультразвукового доплерографического сканирования. Для этого использовали аппарат MyLab Twice (стандартная конфигурация) с линейным ультразвуковым датчиком Esaote SL3116 (частотный диапазон 15–22 МГц). Для визуализации применяли режим цветового доплеровского картирования. Гемодинамика в микроциркуляторном русле изучалась в срезах ткани. Датчик располагали в двух областях — на середине проксимального валика ногтя и на латеральной поверхности пальца, в каждой из которых проводили измерения в 5 срезах. С целью исключения давления датчика на поверхность изучаемого участка акустический контакт обеспечивался через гелиевую подушку. Измеряли значения пиковой систолической скорости ( $V_s$ , см/с), конечной диастолической скорости ( $V_d$ , см/с). Рассчитывали индекс периферического сопротивления Пурсело (RI). Качественная оценка доплерограмм включала определение типа сосудов (артериальный или венозный) по форме кривой, спектру (распределение частиц крови с разными скоростями) и направлению кровотока. Показатели регистрировали до и после УТ.

Клиническую эффективность УТ оценивали в комплексном лечении пациентов с онихомикозами стоп в открытом проспективном сравнительном рандомизированном исследовании.

Критериями включения были: добровольное согласие пациента, возраст старше 18 лет, подтвержденные результатами микроскопического исследования диа-

гноз «онихомикоз стоп», при котором показано назначение системной противогрибковой терапии (поражение с вовлечением более  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$  и/или сразу нескольких ногтевых пластин), а также строгое соблюдение медицинских рекомендаций и графика обследования.

Критерии невключения: применение системных противогрибковых препаратов менее чем за 12 мес и/или топических менее чем за 6 мес до начала исследования, наличия беременности, лактации, дерматозов с поражением ногтевых пластинок и противопоказаний к УТ или используемым лекарственным препаратам.

Всего под наблюдением находился 61 пациент (27 мужчин и 34 женщины) с онихомикозом стоп в возрасте 30–65 лет. Дистально-латеральный онихомикоз с вовлечением более  $\frac{2}{3}$  ногтевой пластины был диагностирован у 39 (63,9%) пациентов, проксимальный — у 7 (11,5%), тотальный — у 15 (24,6%). До 2 ногтевых пластин было поражено у 38 (62,3%) больных, от 3 до 5 — у 14 (22,9%), более 5 — у 9 (14,8%).

По результатам культуральной диагностики образцов ногтевых пластин и подногтевого содержимого у 33 (54,2%) пациентов выявили *Tr. rubrum*, у 12 (19,6%) — *Candida* spp., у 9 (14,8%) — *T. mentagrophytes* var. *interdigitale*, у 7 (11,4%) — ассоциации *Tr. rubrum* с *Candida* или *Aspergillus versicolor*.

Пациентов разделили на контрольную (30 больных) и основную (31 больной) группы, сопоставимые по клиническим признакам и данным культурального исследования. В контрольной группе проводили традиционное лечение [4], включающее, пероральный прием тербинафина, топические противогрибковые препараты и механическое удаление пораженных грибами участков ногтей (состригание, спиливание). В основной группе больным дополнительно через 2 ч после приема тербинафина проводили процедуру УТ, при этом поверхностное спиливание пораженной поверхности ногтя производили непосредственно перед процедурой, а наружные антимикотические препараты наносили после УТ. Курс лечения составил 15–20 процедур с интервалом 15–20 сут, всего 4 курса.

Оценка результатов лечения включала измерение длины непораженной ногтевой пластины и микроскопические исследования на грибы, которые проводили каждые 4 нед.

Продолжительность исследования составила 2 года: в 2017 г. осуществляли изучение механизмов действия ТНЧ *in vitro*, в 2018 г. оценивали показатели микроциркуляции ногтевого комплекса под действием УТ и производили набор пациентов в группы.

Исследование было одобрено Этическим комитетом КубГМУ: заключение этического комитета протокол №55 от 27.10.17.

Статистическую обработку результатов осуществляли с применением программы Microsoft Excel 2016. Описательная статистика количественных признаков

представлена средними и среднеквадратическими отклонениями (в формате  $M \pm m$ ). Для анализа нормально распределенных признаков применяли  $t$ -критерий Стьюдента, считая достоверными различия при уровне  $p < 0,05$ .

## Результаты и обсуждение

**Противогрибковое действие ТНЧ** было зарегистрировано как для *T. rubrum*, так и для *C. albicans*. На 7-е сутки культивирования *Tr. rubrum* было отмечено значительно меньшее число колоний на стороне чашки, которую обрабатывали с помощью аппарата для УТ. Дальнейшее применение ТНЧ в области выросших колоний *Tr. rubrum* привело к ингибированию их периферического роста, что было зафиксировано на 14-е сутки (рис. 1).

Количество колоний *C. albicans* на 3-и сутки в чашке Петри, на которую воздействовали ТНЧ, составило  $2 \cdot 10^2$  КОЕ/мл, при этом в необработанной чашке этот показатель был значительно выше —  $150 \cdot 10^2$  КОЕ/мл. Таким образом, большее число выросших колоний в интактных областях может свидетельствовать о фунгицидном действии применяемого метода на *Tr. rubrum* и *C. albicans*. Отсутствие периферического ро-

ста колоний *T. rubrum*, обработанных ТНЧ, указывает на наличие дополнительного фунгистатического эффекта на основного возбудителя онихомикозов стоп.

**Качественная реакция на озон продемонстрировала** окрашивание в синий цвет как поверхности, так и мелких структур (трещин, борозд) ногтевой пластины, в которых наиболее часто обнаруживаются возбудители микотической инфекции (рис. 2).

При ультразвуковом исследовании до воздействия УТ средние значения  $V_s$  составили  $3,67 \pm 0,04$  см/с,  $V_d$  —  $0,97 \pm 0,03$  см/с. Показатель  $RI$  равнялся  $0,71 \pm 0,04$ . Таким образом, скорости кровотока в сосудах околоногтевых тканей в норме имели довольно низкие значения. После процедуры УТ отмечалось увеличение  $V_s$  на 60,9%,  $V_d$  — на 142,5%, при этом значение  $RI$  уменьшилось на 15,58% (табл. 1).

На доплерограммах до УТ артериальные сосуды характеризовались высокоамплитудным систолическим компонентом с острой вершиной и отрицательным уровнем диастолической составляющей. В венозных сосудах регистрировался низкоамплитудный сигнал. После УТ наблюдалось сглаживание доплерографической кривой со значительным изменением систолического и отсутствием выраженного ретроградного и антеградного пиков, что указывает на

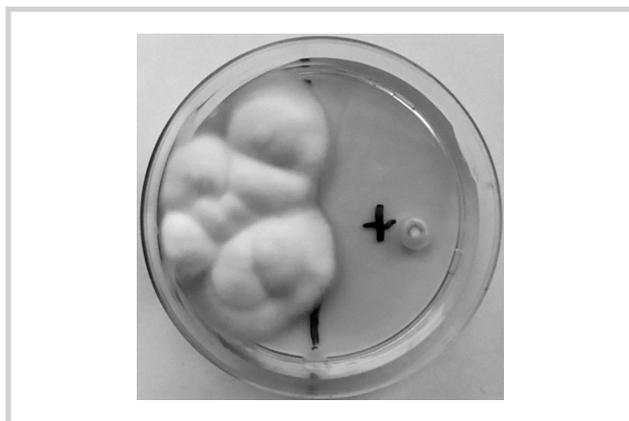


Рис. 1. Культура *Tr. rubrum* на среде Sabouraud на 14-е сутки инкубирования: «+» сторона, обрабатываемая УТ, «-» интактная сторона.

Fig. 1. Culture *Tr. rubrum* on Sabouraud medium on the 14th day of incubation: «+» side, processed by UT, «-» intact side.

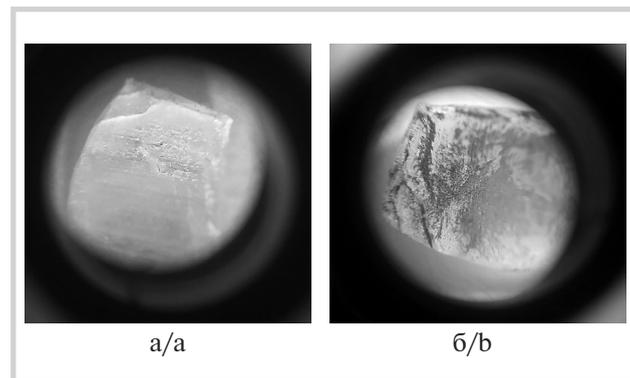


Рис. 2. Качественное определение озона и его распределение на ногтевой пластине.

a — до УТ; б — после УТ.

Fig. 2. Qualitative determination of ozone and its distribution on the nail plate.

a — before UT; b — after UT.

Таблица 1. Изменение показателей кровоснабжения, по данным УЗИ околоногтевых тканей, при применении УТ

Table 1. Changes in blood supply, according to ultrasound of the periungual tissue, when using UT

Параметр Parameter	Среднее значение показателя с 10 участков измерения Mean parameter from 10 places of measurement	
	до УТ/before UT	после УТ/after UT
$V_s$ , см/с	$3,67 \pm 0,04$	$5,90 \pm 0,03^*$
$V_d$ , см/с	$0,97 \pm 0,03$	$2,34 \pm 0,05^*$
$RI$	$0,71 \pm 0,04$	$0,60 \pm 0,03^*$

Примечание. \* — достоверные различия между показателями до и после проведения процедуры УТ ( $p < 0,05$ ).

Note. \* — significant differences between the indicators before and after the UT procedure ( $p < 0.05$ ).

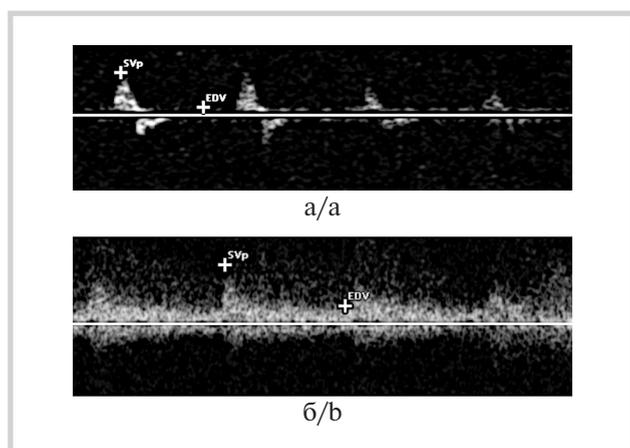


Рис. 3. Спектр доплеровского сдвига частот в сосудах ногтевого ложа.

а — до УТ; б — после УТ.

Fig. 3. The spectrum of Doppler frequency shift in the vessels of nail bed.

а — before UT; б — after UT.

Таким образом, микологическое излечение к концу 12-й недели в 1,6 раза, а скорость отрастания ногтя к концу 16-й недели в 1,7 раза превысили такие показатели в контрольной группе. Нежелательных явлений, связанных с действием УТ, зарегистрировано не было. Следовательно, УТ в предлагаемом режиме в сочетании с традиционными средствами лечения ониомикозов способствует ускорению роста ногтя, позволяет сократить курс медикаментозной противогрибковой терапии и хорошо переносится пациентами [17].

## Заключение

Переменный ТНЧ высокого напряжения и малой силы при ониомикозах проявляет противогрибковое действие на основных возбудителей инфекции, оказывая как фунгицидный, так и фунгистатический эффект на *T. rubrum*. Выделяющийся при коронном разряде озон проникает в мелкие структуры ногте-

Таблица 2. Скорость роста ногтевой пластины в исследовании клинической эффективности УТ в комплексной терапии ониомикозов  
Table 2. The growth rate of the nail plate in study of clinical efficacy of UT in the treatment of onychomycosis

Группа/Group	Длина непораженной ногтевой пластины, см The length of the unaffected nail plate, cm		
	до лечения/before treatment	после лечения/after treatment	прирост/increase
Основная (n=23)/Main (n=23)	0,39±0,12	1,77±0,18	1,38±0,13*
Контрольная (n=21)/Control (n=21)	0,37±0,15	1,18±0,16	0,81±0,14

Примечание. \* — достоверные различия между показателями пациентов основной группы до и после лечения ( $p < 0,05$ ).

Note. \* — significant differences between the parameters of patients of the main group before and after treatment ( $p < 0.05$ ).

увеличение перфузии крови в обработанной УТ области (рис. 3). Анализ состояния микроциркуляторного русла, по данным цветового картирования, показал увеличение количества сосудов, регистрируемых на 1 см<sup>2</sup> площади после воздействия УТ.

Достоверное увеличение Vs и Vd ( $p < 0,05$ ), снижение RI ( $p < 0,05$ ), характерные изменения на доплерограмме, а также увеличение сосудистого компонента, по данным цветового картирования, свидетельствуют о повышении кровоснабжения околоногтевых тканей после воздействия УТ.

Исследование клинической эффективности УТ показало микологическое излечение к концу 12-й недели у 29 (93,5%) и у 18 (60,0%) пациентов основной и контрольной групп соответственно, что позволило отменить противогрибковые препараты в основной группе, при этом курс УТ был продолжен. Среднее значение длины непораженной ногтевой пластины у пациентов из основной и контрольной групп до лечения были сопоставимы и составили 0,39±0,2 и 0,37±0,3 см соответственно ( $p > 0,05$ ). К концу 16-й недели непораженная ногтевая пластина отросла в основной группе на 1,38±0,13 см, в контрольной — на 0,81±0,14 см ( $p < 0,05$ ) (табл. 2).

вой пластины, оказывая фунгицидное действие в одном из основных мест фиксации патогенных грибов. По данным УЗИ, применение УТ способствует достоверному увеличению кровоснабжения околоногтевых тканей, что необходимо для восстановления микроциркуляторных и гипоксических изменений ногтевого ложа у пациентов с ониомикозом. Применение УТ в комплексном лечении пациентов с ониомикозами стоп на пике концентрации тербинафина в плазме крови сопровождается более быстрым клиническим и микологическим излечением, ускоряет рост ногтя и, таким образом, позволяет сократить курс системной и местной противогрибковой терапии.

## Дополнительная информация

**Участие авторов:** концепция и дизайн исследования, редактирование — М.М. Тлиш, М.Е. Шавилова; сбор и обработка материала, статистическая обработка, написание текста — М.М. Тлиш, М.Е. Шавилова, А.А. Матишев.

**Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.**

**The authors declare no conflict of interest.**

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Gupta AK, Versteeg SG, Shear NH. Onychomycosis in the 21st century: An update on diagnosis, epidemiology, and treatment. *Journal of Cutaneous Medicine and Surgery*. 2017;21(6):525-539.
- Westerberg DP, Voyack MJ. Onychomycosis: Current trends in diagnosis and treatment. *American Family Physician*. 2013;88(11):762-770.
- Соколова Т.В., Малярчук А.П., Саверская Е.Н., Монте Росель К.В., Малярчук Т.А. Дерматофитии стоп: классификация, патогенез и клиника (обзор литературы). *Микология сегодня*. Под ред. Дьякова Ю.Т., Сереева А.Ю. М.: Национальная академия микологии; 2016.
- Sokolova TV, Malyarchuk AP, Saverskaya EN, Montes Rosel' KV, Malyarchuk TA. Athlete's foot: a review on its classification, pathogenesis and clinical presentation. *Mycology Today*. Eds. D'yakov Yu.T., Sergeev A.Yu. M.: Nacional'naya akademiya mikologii; 2016. (In Russian).
- Федеральные клинические рекомендации РОДВК 2017. Микоз кистей, стоп и туловища. Federal clinical guidelines PODVK 2017. Mycosis of the hands, feet and torso. (In Russian). [http://www.cnikvi.ru/docs/clinic\\_recs/klinicheskie-rekomendatsii-2017](http://www.cnikvi.ru/docs/clinic_recs/klinicheskie-rekomendatsii-2017)
- Rigopoulos D, Gregoriou S. Onychomycosis. *European Handbook of Dermatological*. Eds. Katsambas A.D., et al. Treatments. Berlin, Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 2015.
- Тлиш М.М., Шавилова М.Е. Современные аспекты течения онихомикозов стоп в Краснодарском крае. *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2018;14(4):719-723.
- Tlsh MM, Shavilova ME. Modern aspects of progression of onychomycoses of feet in the Krasnodar region. *Saratovskij nauchno-medicinskij zhurnal*. 2018;14(4):719-723. (In Russian).
- Тонконогова Н.В., Джусупгалиева М.Х., Семенова Е.В., Абдрашитов Ш.Г. Условно-патогенные ассоцианты при дерматомикозах. *Успехи медицинской микологии*. 2015;14:63-64.
- Tonkonogova NV, Dzhusupgalieva MH, Semenova EV, Abdrashitov SHG. Conditionally pathogenic associates in dermatomycosis. *Uspekhi medicinskoy mikologii*. 2015;14:63-64. (In Russian).
- Nenoff P, Krüger C, Ginter-Hanselmayer G, Tietz H-J. Mycology — an update. Part 1: Dermatomycoses: Causative agents, epidemiology and pathogenesis. *JDDG: Journal Der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft*. 2014;12(3):188-210.
- Сергеев Ю.В., Мокина Е.В., Сергеев А.Ю., Бурцева Г.Н., Баранова М.О., Савченко Н.В., Сергеев В.Ю. *Местная и комбинированная терапия онихомикозов*. Пособие для врачей. Под ред. Сергеева Ю.В. М.: Национальная академия микологии; 2013.
- Sergeev YuV, Mokina EV, Sergeev AYU, Burceva GN, Baranova MO, Savchenko NV, Sergeev VYu. *Local and combined therapy of onychomycosis*. Manual for doctors. Eds. Sergeeva Yu.V. M.: Nacional'naya akademiya mikologii; 2013. (In Russian).
- Тлиш М.М., Шавилова М.Е. Современные возможности терапии онихомикозов стоп (обзор литературы). *Кубанский научный медицинский вестник*. 2019;26(2):202-213.
- Tlsh MM, Shavilova ME. Modern options of treatment of foot onychomycosis (A Literature Review). *Kubanskij nauchnyi medicinskij vestnik*. 2019;26(2):202-213. (In Russian).
- Заславский Д.В., Чупров И.Н., Сыдилов А.А., Хведелидзе М.Г., Татарская О.Б. Онихомикоз: особенности наружной терапии. *Вестник дерматологии и венерологии*. 2016;5:90-95.
- Zaslavskij DV, Chuprov IN, Sydikov AA, Hvedelidze MG, Tatarskaya OB. Onychomycosis: features external therapy. *Vestnik dermatologii i venerologii*. 2016;5:90-95. (In Russian).
- Ляшко А.К. *Вегетативные и сосудистые нарушения при онихомикозах и методы их комплексной терапии*. Дис. ... канд. мед. наук. СПб. 2006.
- Lyashko AK. *Vegetative and vascular disorders in onychomycosis and methods of their complex therapy*. Dis. ... kand. med. nauk. SPb. 2006. (In Russian).
- Kumar NP. Antifungal drugs and resistance: current concepts. *Our Dermatol Online*. 2015;6(2):212-221.
- Чекман И.С., Сырочая А.О., Макаров В.А., Макаров В.В., Лапшин В.В., Шаповал Е.В. *Озон и озонирование*. Монография. Харьков: Цифрова друкарня; 2013.
- Chekman IS, Syrovaya AO, Makarov VA, Makarov VV, Lapshin VV, Shapoval EV. *Ozone and ozonation*. Monograph. Har'kov: Cifrova drukarnya; 2013. (In Russian).
- Фадеева Н.И., Максимов А.И., Садовникова И.В. *Основы физиотерапии в педиатрии*. 2-е изд., доп. и перераб. Нижний Новгород: Издательство Нижегородской госмедакадемии; 2009.
- Fadeeva NI, Maksimov AI, Sadovnikova IV. *Basics of physiotherapy in pediatrics*. 2-e izd., dop. i pererab. Nizhnij Novgorod: Izdatel'stvo Nizhegorodskoj gosmedakademii; 2009. (In Russian).
- Улащик В.С. *Физиотерапия*. Универсальная медицинская энциклопедия. Мн.: Книжный Дом; 2008.
- Ulashchik VS. *Physiotherapy*. Universal Medical Encyclopedia. Mn.: Knizhnyj Dom; 2008. (In Russian).
- Тлиш М.М., Шавилова М.Е., Гуменюк С.Е. *Способ лечения онихомикозов стоп*. Заявление о выдаче патента РФ на изобретение №2018139858 от 12.11.18.
- Tlsh MM, Shavilova ME, Gumenyuk SE. *A method for the treatment of onychomycosis of the feet*. Application for the grant of a patent of the Russian Federation for invention №2018139858 from 12.11.18. (In Russian).

Получена 10.06.19

Received 10.06.19

Принята в печать 07.08.19

Accepted 07.08.19

Вопросы курортологии, физиотерапии  
и лечебной физической культуры,  
2020, Т. 97, №3, с. 83-86  
<https://doi.org/10.17116/kurort20209703183>

Problems of balneology, physiotherapy, and exercise therapy=  
Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoi fizicheskoi kultury  
2020, Vol. 97, no 3, pp. 83-86  
<https://doi.org/10.17116/kurort20209703183>

## Физиотерапевтическая служба Иркутской области: современное состояние, проблемы и перспективы

© С.Г. АБРАМОВИЧ

Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования — филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Иркутск, Россия

### Резюме

**Введение.** Совершенствование организационных форм физиотерапевтической службы в контексте формирования новой специальности «физическая и реабилитационная медицина» ставит актуальные задачи перед практическим здравоохранением. При этом вопросы обеспечения должного качества медицинского обслуживания, высокого уровня безопасности, удовлетворенности потребителя новой услуги представляют многогранную и сложную проблему, решение которой невозможно без анализа сложившейся сегодня ситуации в подразделениях физиотерапевтической сети.

**Цель исследования** — изучение параметров деятельности физиотерапевтических лечебно-профилактических организаций Иркутской области для оценки динамики их развития и дальнейших перспектив.

**Материал и методы.** Проведен анализ данных государственной статистической ежегодной отчетности о работе физиотерапевтических отделений (ФТО) и физиотерапевтических кабинетов (ФТК), предоставленных в ОГБУЗ МИАЦ Минздрава Иркутской области, по оказанию физиотерапевтической медицинской помощи в лечебно-профилактических организациях Иркутской области в период с 2010 по 2017 г.

**Результаты.** Изучены количественные показатели работы сотрудников ФТО (ФТК), оценены качественные составляющие их деятельности, выявлены проблемы осуществления физиотерапевтического лечения и определены пути их устранения. Выявлено, что начиная с 2014 г. отмечается отрицательная динамика развития физиотерапии: ухудшается материально-техническая база, сокращаются штаты врачей и медицинских сестер, уменьшается уровень квалификации специалистов, снижается охват пациентов методами физиотерапии.

**Заключение.** Физиотерапия в настоящее время претерпевает период стагнации. Наряду с существующими системными экономическими проблемами современного здравоохранения, углублению сложившейся негативной ситуации в физиотерапии способствует затянувшийся период формирования новой специальности «врач по физической и реабилитационной медицине», отсутствие ее правовой базы, федеральных государственных образовательных стандартов, что создает ряд непонимания ее перспектив и востребованности в ближайшем будущем специалистов по физиотерапии.

**Ключевые слова:** физиотерапевтическое лечение, врач физиотерапевт, медицинская сестра по физиотерапии, укомплектованность штата, охват физиотерапией.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ:

Абрамович Станислав Григорьевич — д.м.н., проф.; <https://orcid.org/0000-0002-4280-9217>; eLibrary SPIN: 2407-4146; e-mail: prof.abramovich@yandex.ru

### АВТОР, ОТВЕТСТВЕННЫЙ ЗА ПЕРЕПИСКУ:

???????????????

### КАК ЦИТИРОВАТЬ:

Абрамович С.Г. Физиотерапевтическая служба Иркутской области: современное состояние, проблемы и перспективы. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2019;96(5):83-86. <https://doi.org/10.17116/kurort20209703183>

## Physiotherapeutic service of the Irkutsk region: present status, problems, and prospect

© S.G. ABRAMOVICH

Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education, Branch, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Ministry of Health of Russia, Irkutsk, Russia

### Abstract

**Introduction.** Improving the organizational forms of physiotherapy services in the context of the formation of the novel specialty of physical and rehabilitation medicine poses urgent tasks for practical public health. At the same time, ensuring the proper quality of medical care, the high level of safety, customer satisfaction from the new service presents a multifaceted and complex problem that cannot be solved without analyzing the current situation in the units of the physiotherapy network.

**Objective.** To study the parameters of the activity of physiotherapy units of treatment-and-prophylactic facilities in the Irkutsk Region to assess the dynamics of their development and further prospects.

**Material and methods.** The authors analyzed the data of state statistical annual reporting on the work of physiotherapy departments (PTDs) and physiotherapy rooms (PTRs), which had been submitted to the Medical Information Analysis Center, Ministry

of Health of the Irkutsk Region, and information on physiotherapeutic medical care in the treatment-and-prophylactic facilities of the Irkutsk Region in the period 2010 to 2017.

**Results.** The quantitative indicators of the activities of PTD and PTR employees were investigated; the qualitative components of their activities were assessed; the problems of physiotherapeutic management were revealed and the ways of their solution were defined. Since 2014, there have been negative changes in the development of physiotherapy: the material and technical base is worsening; the number of doctors and nurses is being reduced; the specialists' qualification is decreasing, and the coverage of patients with physiotherapies is reducing.

**Conclusion.** Physiotherapy is currently undergoing a period of stagnation. Along with the existing systemic economic problems of modern public health, the deepening of this negative situation in physiotherapy is promoted by the protracted period of the formation of the new specialty of physical and rehabilitation medicine physician, the absence of its legal base, federal state educational standards, which creates a number of misunderstandings of its promises and demand for physiotherapists in near future.

**Keywords:** *physiotherapeutic management, physiotherapist, physiotherapy nurse, staffing, physiotherapy coverage.*

#### INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Abramovich S.G. — MD, Professor; <https://orcid.org/0000-0002-4280-9217>; eLibrary SPIN: 2407-4146; e-mail: [prof.abramovich@yandex.ru](mailto:prof.abramovich@yandex.ru)

#### CORRESPONDING AUTHOR:

????????????????

#### TO CITE THIS ARTICLE:

Abramovich SG. Physiotherapeutic service of the Irkutsk region: present status, problems, and prospect. *Problems of balneology, physiotherapy, and exercise therapy.* 2019;96(5):83-86. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/kurort20209703183>

Совершенствование организационных форм физиотерапевтической службы в контексте формирования новой специальности «физическая и реабилитационная медицина» ставит актуальные задачи перед практическим здравоохранением [1]. При этом обеспечение должного качества обслуживания складывающейся медицинской услуги, высокий уровень ее безопасности, удовлетворенность потребителя представляют многогранную и сложную проблему, решение которой невозможно без анализа сложившейся ситуации в подразделениях физиотерапевтической сети [2].

Цель исследования — изучение параметров деятельности физиотерапевтических подразделений лечебно-профилактических организаций (ЛПО) Иркутской области (ИО) для оценки динамики их развития и дальнейших перспектив.

## Материал и методы

Проведен анализ данных государственной статистической ежегодной отчетности о работе физиотерапевтических отделений (ФТО) и кабинетов (ФТК), предоставленных в ОГБУЗ МИАЦ Минздрава ИО, по оказанию физиотерапевтической медицинской помощи в ЛПО ИО за период с 2010 по 2017 г.

## Результаты

Изучены количественные показатели работы сотрудников ФТО (ФТК), оценены качественные составляющие их деятельности, выявлены проблемы осуществления физиотерапевтического лечения и определены пути их устранения.

Количество ФТО и ФТК в ЛПО ИО за последние 8 лет увеличилось на 5,5%. В 2010 г. в лечебных орга-

низациях ИО насчитывалось ФТО и ФТК 236, в 2017 г. — 249. В системе Минздрава ИО медицинские услуги по физиотерапии предоставлены территориальными стационарными и амбулаторно-поликлиническими ЛПО. Службы физиотерапии, осуществляющие деятельность в стационарных условиях, являются структурными подразделениями таких организаций, как больницы, включающие многопрофильные стационары, специализированные больницы для взрослых и детей; родильные дома; медико-санитарные части и диспансеры, имеющие стационарные отделения, в том числе дневные стационары. В амбулаторно-поликлинических условиях созданы службы, являющиеся подразделениями медико-санитарных частей и диспансеров, которые не имеют стационарных отделений (кроме дневных стационаров и стационаров на дому); поликлиник для взрослых и детей; стоматологических поликлиник для взрослых и детей; женских консультаций. Эффективная организация лечебного процесса, бесперебойная работа и выполнение задач ФТО (ФТК) возможна только при достаточном их оснащении соответствующей современной физиотерапевтической аппаратурой и оборудованием, а также укомплектованности высококвалифицированным врачебным и средним медицинским персоналом. Анализ материально-технической базы подразделений физиотерапии ИО выявил необходимость их модернизации. Если в 2010 г. требования по размещению служб физиотерапии выполнялись в 85,0% ЛПО, то в 2014 и 2017 г. в полной мере соответствовали нормативам только в 81,8 и 78,4% организаций соответственно. Кроме того, в 2010 и 2014 г. средняя площадь ФТО (ФТК) составляла 66,6 и 72,0 м<sup>2</sup> соответственно, а в 2017 г. — 58,4 м<sup>2</sup> (уменьшение на 12,3 и 18,9% соответственно).

## Показатели работы ФТО и ФТК в ЛПО Минздрава ИО в 2010—2017 гг.

## The performance indicators of PTD and PTR in the treatment-and prophylactic facilities, Ministry of Health of the Irkutsk Region in 2010—2017

Показатель Indicator	2010	2014		2017	
		абс. abs.	динамика* dynamics	абс. abs.	динамика* dynamics
Общее число больных, получивших физиотерапевтическое лечение The total number of patients who received physiotherapy	824 017	811 970	−1,5%	750 980	−8,9%
Число взрослых больных, получивших физиотерапевтическое лечение The number of adult patients who received physiotherapy	599 013	586 740	−2,1%	531 739	−11,2%
Число больных детского возраста, получивших физиотерапевтическое лечение The number of pediatric patients who received physiotherapy	225 004	225 230	+1,0%	219 241	−2,6%
Число больных, получивших физиотерапевтическое лечение в стационаре The number of patients who received inpatient physiotherapy	285 351	306 499	+7,4%	272 123	−4,6%
Число больных, получивших физиотерапевтическое лечение в поликлинике The number of patients who received outpatient physiotherapy	538 666	505 471	−6,2%	478 857	−11,1%
Общее количество проведенных физиотерапевтических процедур The total number of performed physiotherapeutic sessions	8 584 820	8 728 645	+1,7%	7 982 144	−7,0%
Количество проведенных физиотерапевтических процедур у взрослых пациентов The number of performed physiotherapeutic sessions in adult patients	6 288 112	6 427 726	+2,2%	5 803 105	−7,7%
Количество проведенных физиотерапевтических процедур у пациентов детского возраста The number of performed physiotherapeutic sessions in pediatric patients	2 296 708	2 300 919	+0,2%	2 179 039	−5,1%
Количество проведенных физиотерапевтических процедур в стационаре The number of performed inpatient physiotherapeutic sessions	3 305 414	3 871 120	+17,1%	3 431 432	+3,8%
Количество проведенных физиотерапевтических процедур в поликлинике The number of performed outpatient physiotherapeutic sessions	5 279 406	4 857 525	−8,0%	4 550 712	−13,8%

Примечание. \* — динамика показателей (процентное отношение) по сравнению с 2010 г.

Note. \*dynamics of indicators (percentage) compared with 2010.

При этом продолжается порочная практика размещения ФТО в стационарах в одной части здания, а в поликлиниках ФТК — в труднодоступных для пациентов этажах, что существенно затрудняет оказание лечебной помощи. Остается высоким средний процент износа основного физиотерапевтического оборудования. Если принять за основу 100% износ аппаратов в течение 7 лет, то в 2010 г. этот показатель составил 69,1%, в 2014 г. — 62,8%, а в 2017 г. — 76,0%. При этом наиболее остро стоит вопрос о замене парка физиотерапевтической аппаратуры электро- и ультразвуковой терапии, ультравысокочастотной и сверхвысокочастотной электромагнитной терапии. Следует подчеркнуть, что начиная с 2014 г. все ЛПО (в том числе ФТО) проходят специальную оценку условий труда в соответствии с ФЗ №426-ФЗ от 28.12.13 (ред. от 19.07.18). К 2017 г. 84,0% ФТО (ФТК) прошли эту процедуру, по результатам которой, как правило, делается вывод, что труд физиотерапевтической медицинской сестры должен быть отнесен к допустимым условиям (2 класс), что не предусматривает льгот ни по продолжительности ежегодного дополнительного оплачиваемого отпуска, ни по сокращенному рабочему времени.

В 2010 г. штаты ФТО были укомплектованы (с учетом внутреннего совмещения) врачами и меди-

цинскими сестрами на 88,0 и 97,4% соответственно, в 2014 г. — на 80,4 и 94,1%, в 2017 г. — на 82,5 и 94,7%. Наблюдается отсутствие позитивной динамики численности специалистов. В 2010, 2014 и 2017 г. было 66, 73 и 67 врачей-физиотерапевтов соответственно. Обеспеченность врачами физиотерапевтами в 2010 г. составляла 0,31 на 10 000 населения, в 2014 г. — 0,5, в 2017 г. — 0,27. Кадровое обеспечение средним медицинским персоналом оказалось существенно ниже, чем врачебным: 738, 694 и 631 медицинских сестер в сравниваемые периоды времени соответственно. Обеспеченность медицинскими сестрами по физиотерапии в 2010 г. составила 3,0 на 10 000 населения, в 2014 г. — 2,8, в 2017 г. — 2,6. Такое снижение объясняется востребованностью среднего медицинского персонала коммерческими структурами, отсутствием притока кадров молодого возраста. Способствует развитию негативных тенденций также снижение уровня квалификации кадров физиотерапевтической службы: если в 2010 г. категории имели 87,9% врачей и 80,4% медицинских сестер, то в 2014 г. — 67,1 и 71,3% соответственно, а в 2017 г. — только 70,0 и 61,5% соответственно.

Уход специалистов негативно сказывается на объеме физиотерапевтической помощи, оказываемой

в государственных ЛПО, приводит к уменьшению эффективности работы ФТО (ФТК), простоту аппаратуры и помещений, ограничивает возможности адекватного использования лечебных физических факторов. В 2014 г. закончили физиотерапевтическое лечение на 12 047 (1,5%) пациентов меньше, чем в 2010 г, в 2017 г. — на 73 037 (8,9%) пациентов. При этом отрицательная динамика касалась в основном взрослых (**см. таблицу**). Регресс этого показателя у больных взрослого возраста в 2014 и 2017 г. составил 2,1 и 11,2% соответственно. Причем эта тенденция коснулась в большей степени ЛПО поликлинического профиля.

Анализ числа выполненных физиотерапевтических процедур показал, что как в стационарах, так и (особенно) в поликлиниках, которые обслуживают взрослых и детей, после 2014 г. наметилась тенденция к снижению нагрузки. Так в 2010 г. было выполнено 8 584 820 физиотерапевтических процедур, в 2014 г. — 8 728 645, в 2017 г. — только 7 982 144 (на 7,0% меньше). Эта закономерность наиболее четко прослеживалась в ЛПО поликлинического профиля — в 2017 г. сокращение процедур составило по сравнению с 2010 и 2014 г. 8,0 и 13,8% соответственно.

В 2017 г. в ЛПО ИО было констатировано снижение охвата пациентов физиотерапевтическим лечением — до 20,2% в поликлиниках и 42,7% в стационарах (для сравнения: в 2010 г. этот показатель составлял 25,2 и 50,1%; в 2014 г. — 25,1 и 50,1% соответственно). Анализ частоты применения лечебных физических факторов специалистами различного лечебного профиля показал, что должный охват физиотерапией обеспечивают в основном участковые терапевты и педиатры, неврологи, пульмонологи, травматологи, оториноларингологи и ревматологи.

В последние годы наблюдаются изменения структуры физиотерапевтического лечения. В ЛПО существенно снижается удельный вес таких традиционно популярных методов, как гальванизация и лекарственный электрофорез, ультравысокочастотная терапия, дарсонвализация, ультразвуковая и ингаляционная терапия. В то же время значительно чаще стали использоваться различные технологии лазеротерапии и магнитотерапии, неселективная и селективная хромотерапия, современные методики им-

пульсных токов, трансцеребральной физиотерапии. Широкое распространение сегодня получили комбинированные методики физиотерапии, что стало возможным благодаря внедрению в практику отечественной и импортной аппаратуры комбайнового типа.

### Заключение

Таким образом, анализ показателей деятельности ФТО ЛПО ИО в 2010—2017 гг. позволяет сделать вывод, что современная физиотерапия в настоящее время претерпевает период стагнации. Наряду с существующими системными экономическими проблемами современного здравоохранения, углублению негативной ситуации в физиотерапии способствует затянувшийся период формирования новой специальности «врач по физической и реабилитационной медицине», отсутствие ее правовой базы, федеральных государственных образовательных стандартов, что создает непонимание ее перспектив и востребованности специалистов по физиотерапии. Существующие сегодня нормативные документы: «Порядок организации медицинской реабилитации» (Приказ Минздрава России №1705 от 29.12.12) и профессиональный стандарт «Специалист по медицинской реабилитации» (Приказ Минтруда России №572 от 03.09.18), а также многочисленные стандарты лечения различных заболеваний, порядки и клинические рекомендации, где зачастую необоснованно минимизирована возможность применения физиотерапии, не дают полноценных ответов на эти вопросы. Одной из решения проблем было бы изменение новой версии номенклатуры врачебных специальностей, в котором наряду со специальностью «врач по физической и реабилитационной медицине», должна сохраниться (на постоянной основе) специальность «физиотерапия». Это позволит полноценно использовать знания и практический опыт специалистов и осуществить преемственность, что необходимо для адекватной реализации многочисленных задач реабилитационной медицины.

**Автор декларирует отсутствие конфликта интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.**

**The author declare no conflict of interest.**

### ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. *Физическая и реабилитационная медицина*. Национальное руководство. Под ред. Пономаренко Г.Н. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2016. *Fizicheskaya i reabilitatsionnaya meditsina*. Natsional'noe rukovodstvo. Ed by Ponomarenko G.N. M.: GEOTAR-Media; 2016. (In Russ.).
2. *Физиотерапия*. Национальное руководство. Под ред. Пономаренко Г.Н. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2009. *Fizioterapija*. Natsional'noe rukovodstvo. Ed by Ponomarenko G.N. M.: GEOTAR-Media; 2009. (In Russ.).

Получена 22.03.19

Received 22.03.19

Принята в печать 24.05.19

Accepted 24.05.19

## Нейромышечная стимуляция в условиях вибрационной физической нагрузки для профилактики остеопороза

© В.Ф. ПЯТИН, И.В. ШИРОЛАПОВ

ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России, Самара, Россия

### Резюме

В обзоре рассматриваются современные возможности немедикаментозной реабилитации больных, страдающих остеопорозом. Остеопения (остеопороз) и остеопороз-ассоциированные переломы костей являются глобальной проблемой здравоохранения во всем мире, в связи с чем ведется усиленный поиск новых способов лечения, профилактики, диагностики и скрининга этого заболевания. Инновационные технологии воздействия на ремоделирование костной ткани с использованием вибрационного тренинга представляются эффективным методом, позволяющим позитивно воздействовать одновременно на поддержание плотности костной массы, увеличение мышечной силы и улучшение координации движений, особенно у пациентов пожилого возраста. Эволюция изучения эффектов интенсивной нейромышечной стимуляции в условиях физической нагрузки ускорением, начавшаяся с фундаментальных работ на экспериментальных животных, в настоящее время включает многочисленные клинические исследования. Вибрационная физическая нагрузка — один из способов биомеханической стимуляции, который рассматривается в качестве инновационного метода в области реабилитологии и лечебной физкультуры. Физиологическую основу такого воздействия составляет интенсивная нейромышечная стимуляция, вызывающая рефлекторную реакцию скелетных мышц. В настоящем научном обзоре описаны результаты как монотерапии, так и комбинированных методов воздействия вибрационной стимуляции с применением средств современной фармакотерапии. Акцентируется внимание на позициях, представляющих важность при составлении дизайна исследования и планировании реабилитационных программ равномерно ускоренного тренинга.

**Ключевые слова:** *вибрационная, равноускоренная физическая нагрузка, остеопороз, минеральная плотность костной ткани, реабилитация и лечебная физкультура.*

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Пятин В.Ф. — д.м.н., проф.; <https://orcid.org/0000-0001-8777-3097>; eLibrary SPIN: 3058-9038

Широлапов И.В. — к.м.н., доцент; <https://orcid.org/0000-0002-7670-6566>; eLibrary SPIN: 3939-3590

### АВТОР, ОТВЕТСТВЕННЫЙ ЗА ПЕРЕПИСКУ:

Широлапов Игорь Викторович — e-mail: [ishirolapov@mail.ru](mailto:ishirolapov@mail.ru)

### КАК ЦИТИРОВАТЬ:

Пятин В.Ф., Широлапов И.В. Нейромышечная стимуляция в условиях вибрационной физической нагрузки для профилактики остеопороза. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2020;97(3):87–93. <https://doi.org/10.17116/kurort20209703187>

## Neuromuscular stimulation in conditions of vibrational physical activity for the prevention of osteoporosis

© V.F. PYATIN, I.V. SHIROLAPOV

Samara state medical university, Samara, Russia

### Abstract

The review discusses the modern possibilities of non-drug rehabilitation of patients with osteoporosis. Osteopenia (osteoporosis) and osteoporosis-associated bone fractures are a global public health problem, and an intensive search is undergoing for new methods of treatment, prevention, diagnosis and screening of this disease. Innovative technologies for influencing bone remodeling using vibration training seem to be an effective method that allows you to simultaneously positively affect maintaining bone density, increasing muscle strength and improving coordination, especially in elderly patients. The evolution of study of the effects of intense neuromuscular stimulation under accelerated physical exertion, which began with fundamental work on experimental animals, now includes numerous clinical studies. Vibrational physical activity is one of the methods of biomechanical stimulation, which is considered as an innovative method in the field of rehabilitation and physiotherapy. The physiological basis of this effect is intensive neuromuscular stimulation, which causes a reflex reaction of skeletal muscles. This scientific review describes the results of both monotherapy and combined methods of exposure to vibrational stimulation using modern pharmacotherapy. Attention is focused on the positions of importance in the design of the study and the planning of rehabilitation programs of uniformly accelerated training.

**Keywords:** *vibrational, uniformly accelerated physical activity, osteoporosis, bone mineral density, rehabilitation and physiotherapy exercises.*

**INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:**Pyatin V.F. — <https://orcid.org/0000-0001-8777-3097>; eLibrary SPIN: 3058-9038Shirolapov I.V. — <https://orcid.org/0000-0002-7670-6566>; eLibrary SPIN: 3939-3590**CORRESPONDING AUTHOR:**Shirolapov I.V. — e-mail: [ishirolapov@mail.ru](mailto:ishirolapov@mail.ru)**TO CITE THIS ARTICLE:**Pyatin VF, Shirolapov IV. Neuromuscular stimulation in conditions of vibrational physical activity for the prevention of osteoporosis. *Problems of balneology, physiotherapy, and exercise therapy*. 2020;97(3):87-93. (In Russian). <https://doi.org/10.17116/kurort20209703187>

## Введение

Остеопороз характеризуется как заболевание, сопровождающееся низкой массой костей, структурным ухудшением костной ткани и, как следствие, повышенным риском переломов (согласно определению ВОЗ). В настоящее время остеопороз и остеопороз-ассоциированные переломы костей относятся к важным проблемам современного здравоохранения во всем мире [1, 2].

В нашей стране остеопения (остеопороз) выявляется более чем у 30% женщин и 20% мужчин в возрасте старше 50 лет, что составляет более 10 млн больных, а в старческом возрасте процент таких пациентов увеличивается. Согласно прогнозам экспертов ВОЗ, число пациентов с остеопорозом будет возрастать благодаря росту продолжительности жизни и улучшению условий проживания в различных странах [3, 4].

С начала 90-х годов, когда фиксировалось порядка 1,5 млн случаев переломов бедренных костей вследствие остеопороза, эти цифры продолжают расти и, по прогнозам специалистов, к 2050 г. будут превышать 6 млн переломов в год. Перелом шейки бедра относится к одним из самых серьезных осложнений остеопороза, поскольку смертность таких пациентов на 10—15% выше, чем в среднем в популяции того же возраста и пола [5, 6]. Увеличение вероятности переломов связано со значительным снижением минеральной плотности костной ткани (МПКТ) и измененной микроархитектурой костей. Благодаря возросшему в последние годы вниманию к проблеме остеопороза, ведется поиск новых способов лечения, профилактики, диагностики и скрининга этого заболевания [7, 8].

В долгосрочном прогнозе заболевания важна ранняя и специфическая терапия остеопороза, при этом большинство стратегий сфокусировано на применении противорезорбтивных лекарственных препаратов, однако это не только остается долгосрочным процессом, но и не всегда и не в полной мере ингибирует развитие заболевания. С другой стороны, известно, что лечебные физические упражнения являются практически единственным методом, позволяющим позитивно воздействовать одновременно на поддержание плотности костной массы, увеличение мышечной силы и улучшение координации движений, особенно у пожилых [9, 10].

В связи с повышенным риском падения при остеопорозе виды физической активности должны выбираться не только с позиции эффективности в лечении и профилактики заболевания, но в первую очередь — безопасности. Одной из таких форм является вибрационная физическая нагрузка (ВФН; в равной степени используются термины «тренинг ускорением», «равноускоренная физическая нагрузка»; в англ. литературе — Whole Body Vibration, Acceleration Training), являющаяся одним из способов биомеханической стимуляции [11, 12].

Физиологическую основу такого воздействия составляет интенсивная проприоцептивная стимуляция: нагрузка вызывает рефлекторную реакцию скелетных мышц в виде последовательности близких к изометрическим произвольных сокращений с частотой, равной частоте вибрационного воздействия на нейромышечную систему [13, 14]. Вибрационная тренировка повышает физическую форму, позволяет достичь успеха в реабилитации при болевом синдроме, способствует увеличению мышечной силы, улучшает нервно-мышечную координацию и равновесие, оказывает прямое местное механическое воздействие на костную ткань выше порога ее моделирования. Таким образом, снижается суммарный риск падений у пожилых пациентов с остеопорозом/osteopenией, которые часто приводят к переломам бедра, позвоночного столба и других костей [15].

### Эволюция исследований: вибрационная стимуляция экспериментальных животных

В современной литературе имеется информация о ряде фундаментальных работ по изучению влияния вибрационной стимуляции на процессы остеогенеза, которые были выполнены на экспериментальных животных (в том числе овариэктомированных — для уменьшения протективного действия эстрогенов и моделирования постменопаузального остеопороза).

Экспериментальные работы продемонстрировали увеличение минерализации проксимальных и дистальных концов бедренных и большеберцовых костей взрослых овец при длительной (1 год) низкоамплитудной вибрационной механической нагрузке [16]. После моделирования гипогравитации у экспериментальных крыс вибрационная стимуляция длительностью

10 мин в течение 1 мес значительно нивелировала деминерализующий отрицательный эффект гипогравитации в сравнении с контрольной группой. Ежедневная 15-минутная интенсивная вибрационная стимуляция у 8-недельных мышей через 3 нед способствовала снижению остеокластической активности костной ткани в эпифизах и метафизах большеберцовых костей более чем на 30% и одновременно увеличивала формирование трабекулярной костной ткани и процент ее минерализации более чем на 80 и 60% соответственно. Одновременно в исследованиях было отмечено положительное влияние низкоинтенсивной вибрационной стимуляции на толщину хряща у экспериментальных мышей [17]. В большинстве исследований использовалась низкоамплитудная вибростимуляция частотой 30 Гц и нагрузкой в 5 микрострейн, при этом анализ результатов показал, что анаболический эффект был специфичен для трабекулярной костной ткани [18, 19].

Эстрогены оказывают протекторное действие на костную ткань, поэтому снижение их выработки ниже физиологических норм (удаление яичников, постменопаузальная гипоэстрогения) приводит к развитию остеопороза. В одной из экспериментальных работ [20] у кроликов наблюдалось достоверное увеличение МПКТ по отношению к результатам контрольной группы наблюдения, авторами была экспериментально продемонстрирована возможность использования ВФН для профилактики остеопороза у овариэктомированных животных [21].

В эксперименте на животных авторы неоднократно ставили целью оценку влияния различных частот вибрационной стимуляции на процессы остеогенеза [22]. Результаты ежедневного воздействия по 30 мин на протяжении 90 сут показали наибольшую эффективность частоты 45 Гц для стимуляции деления остеобластов и ингибирования костной резорбции у овариэктомированных животных [23]. В другом исследовании [24] испытуемые кролики были разделены на группы по частоте воздействия вибрационного стимула (12,5, 25, 50, 100 и 200 Гц). Скорость процессов восстановления лучевой кости во всех экспериментальных группах была статистически выше, чем в контроле, но мало зависела от частоты, что не позволило выявить максимально эффективную меру стимуляции.

#### **Эволюция исследований: остеогенные эффекты и возможности применения у человека**

В настоящее время получены убедительные данные, свидетельствующие об эффективности применения равноускоренного тренинга как немедикаментозного способа терапии и положительного влияния на модифицируемые общепризнанные факторы риска падений и переломов у пожилых женщин, страдающих остеопорозом. В клинических исследованиях применялись разные вибрационные тренажеры: Power Plate, Galileo, Nemes Bosco System и др.

В рандомизированном контролируемом 6-месячном исследовании [25] принимали участие 70 женщин с постменопаузальным остеопорозом, которые были разделены на три группы. Согласно представленным результатам, вибрационный тренинг на аппарате для медицинской реабилитации Power Plate (25 пациенток, частота воздействия 35—40 Гц продолжительностью до 30 мин) в конце периода наблюдения способствовал увеличению плотности бедренной кости на 0,93%, одновременно было отмечено улучшение показателей изометрической и динамической мышечной силы у пациенток (+15 и +16% соответственно).

В тех же временных интервалах в группах сравнения (22 пациентки, резистивный тренинг) и контроля (23 пациентки, отсутствие тренировок) была выявлена резорбция костной ткани (снижение плотности костной массы на 0,60 и 0,62 соответственно).

В похожем рандомизированном исследовании [26] продолжительностью 6 мес также было зафиксировано положительное воздействие ВФН (частота 30 Гц, 3 раза в неделю) на остеогенные реакции у женщин в постменопаузе: МПКТ поясничного отдела у пациенток в конце периода наблюдения достоверно увеличилась более чем на 2%, в контрольной группе отмечалось снижение на 0,046%.

В проспективном рандомизированном плацебо-контролируемом двойном слепом исследовании С. Rubin и соавт. [27] принимали участие 70 женщин (3—8 лет после менопаузы, завершили программу терапии 56 пациенток), у которых МПКТ позвоночника и бедренной кости измерялось через 3, 6 и 12 мес воздействия. Через 1 год наблюдений относительная польза (с учетом потери МПКТ у женщин из контрольной группы) вибрационной стимуляции на показатель МПКТ бедренной кости составила +2,17%, на МПКТ позвоночника — +1,5%.

При дополнительном анализе полученных результатов в зависимости от массы тела пациенток авторы получили самую высокую относительную пользу (+3,35%) у женщин легкой весовой группы. Это позволило авторам сделать клиническое заключение о ВФН как обоснованном и эффективном средстве ингибирования снижения плотности костей, ассоциированного с периодом менопаузы, и рекомендовать такой тренинг с ожиданием максимальных результатов женщинам пожилого возраста с массой тела менее 65 кг.

Одновременно с остеогенными эффектами было показано позитивное влияние вибрационной терапии на симптомы хронической боли в спине [28]. В масштабном исследовании, включавшем 116 женщин периода постменопаузы с остеопорозом, которые были разделены на две группы (по 66 и 50 пациентов соответственно), группа А получала терапию с использованием ВФН (частота 30 Гц, амплитуда 5 мм, 5 раз в неделю по 10 мин на протяжении 6 мес), тогда как женщины группы В составляли контроль и не получали какого-либо лечения, включая физические нагрузки.

МПКТ поясничной области (LII—LIV), шейки бедренной кости и индекса массы тела были зарегистрированы до начала лечения, в 3-й и 6-й месяцы исследования. Авторами также оценивалась хроническая боль в спине по визуальной аналоговой шкале. Только 51 женщина из группы А и 43 женщины из группы В завершили 6-месячное исследование. МПКТ поясничной области в основной группе достоверно увеличилась на 1,3% через 3 мес и на 4,3% в конце исследования. Этот же показатель МПКТ в группе контроля имел постоянную тенденцию к снижению и был меньше на 1,9% через 6 мес наблюдения. Показатель МПКТ шейки бедренной кости через 6 мес был увеличен на 3,2% в группе женщин, получавших ВФН, и достоверно снизился на 1,7% в группе контроля по сравнению с исходным уровнем.

В сравнительном исследовании ELVIS II [29] 108 женщин пожилого возраста были распределены случайным образом на три группы: 1-я и 2-я группы были экспериментальными (3 процедуры ВФН в неделю по 15 мин), однако отличались типом вибрационной стимуляции (преимущественно вращательный тренинг с используемой частотой 12,5 Гц и преимущественно вертикальная стимуляция, 35 Гц), 3-я группа — контрольная (низкоинтенсивная физическая нагрузка, гимнастика).

Через 1 год терапии авторами было отмечено увеличение результатов МПКТ в обеих экспериментальных группах в сравнении с женщинами из группы традиционной физкультуры. При этом тенденция к увеличению показателей МПКТ поясничного отдела позвоночника была более выраженной в группе 1-го типа вибрационного тренинга, а шейки бедренной кости — во 2-й группе (вертикальный тип ВФН).

У пациентов пожилого и старческого возраста вибрационный физический тренинг в сравнении с традиционной физической нагрузкой (ежедневные прогулки, упражнения на растяжение, резистивный тренинг) имеет не только достоверно лучшие результаты в увеличении плотности костной ткани, снижении риска падений и связанных с ними переломов костей, но и способствует улучшению нервно-мышечной координации, гибкости и поддержанию равновесия тела [30, 31]. Такие эффекты очень важны для улучшения качества жизни пожилых, особенно пациентов с остеопорозом. Так, в одном из рандомизированных контролируемых исследований [32] 28 женщин в постменопаузе были разделены на две группы: вибрационной терапии (частота 12,6 Гц, амплитуда 3 см) и традиционной физической нагрузки (ходьба 55 мин и растяжения 5 мин). Через 8 мес МПКТ в области шейки бедренной кости в экспериментальной группе увеличилась на 4,3% по сравнению с группой сравнения, одновременно было зарегистрировано улучшение показателей балансировки и координации на 29%.

Следует отметить, что такой фактор, как выбор длительности воздействия ВФН (общее время наблю-

дения и продолжительность одной процедуры в соответствии с количеством и составом упражнений) на организм пациентов, имеет важное значение для получения ожидаемых клинических результатов и лимитирует эффективность такого тренинга у пациентов с остеопорозом. Так, по результатам 11-недельного исследования, включающего 49 пожилых пациентов обоих полов, авторы [33] пришли к заключению, что предложенный в дизайне исследования период воздействия являлся недостаточным, чтобы вызвать достоверные позитивные изменения в метаболизме костной ткани и МПКТ, и лишь незначительно изменял структуру костей. По мнению авторов, приемлемая продолжительность тренинга должна составлять 6—12 мес.

Клиническое исследование В. Beck и Т. Norling [34] продолжительностью 8 мес не решило задачи выявления различий в эффектах вибрационной нагрузки разной интенсивности. Участвующие в исследовании 47 женщин в постменопаузе были рандомизировано разделены на группы низко-, высокоинтенсивной ВФН и контроля. Помимо маркеров метаболизма и МПКТ, оценивались антропометрические данные, показатели физической активности и поддержания позы тела и равновесия. Между группами не было отмечено различий в эффектах ВФН разной интенсивности по окончании программы, однако внутригрупповая динамика была очевидной. В исследовании было зафиксировано снижение МПКТ бедренной кости и поясничного отдела позвоночника только в группе контроля. При этом в обеих группах вибрационного тренинга было выявлено увеличение показателей мышечной силы, баланса и физической активности, что в целом достоверно снижает риски падений и переломов при остеопорозе.

В настоящее время в рандомизированных контролируемых клинических исследованиях начали рассматриваться эффекты комбинированной терапии остеопороза с использованием вибрационной стимуляции. В одном из недавних исследований А. Shanb и соавт. [35] была подтверждена эффективность добавления вибрационного тренинга или магнитной терапии к стандартным медикаментозным схемам терапии остеопороза (алендронат, витамин D, препараты кальция) у пожилых пациентов. Несмотря на непродолжительный период наблюдений (4 мес), авторы получили достоверное увеличение МПКТ в группах комбинированного лечения и не наблюдали такового эффекта в группе исключительно фармакотерапии.

В работах других авторов также рекомендуется применять вибрационный тренинг как дополнение к стандартным схемам фармакотерапии при остеопорозе [36, 37]. Продемонстрировано усиление эффекта препарата алендроната у женщин в постменопаузе при одновременном выполнении упражнений вибрационного тренинга на платформе Galileo в течение 6 мес лечения. Было показано положительное влияние на модифицируемые факторы риска остео-

пороза и развития его осложнений за счет улучшения физической активности, постурального контроля и скорости ходьбы, снижения проявлений хронической боли в спине у пациентов.

В 24-недельном исследовании [38] мы изучили эффективность влияния вибрационной стимуляции на процессы костного ремоделирования в сравнении с использованием фармакологических средств терапии остеопороза (алендронат, препараты кальция и витамина D) у женщин с постменопаузальной остеопенией.

Контроль морфофункционального состояния костной ткани осуществлялся с использованием остеоденситометрии и исследования крови на содержание специфических маркеров (общий кальций и фосфор, остеокальцин и  $\beta$ -CrossLaps) в начале программы, через 12 и 24 нед. В группе женщин, принимавших препараты антирезорбтивной терапии, МПКТ бедренной кости возросла в среднем на 2,01%. Через 24 нед в группе женщин, тренирующихся только по программе ВФН прогрессивной интенсивности и не прибегавших к использованию средств фармакотерапии, этот показатель увеличился в среднем на 1,56%. Дополнительно было установлено, что остеогенный эффект ВФН был обусловлен стимуляцией процессов формирования костной ткани; это выразалось в увеличении сывороточной концентрации маркера костеобразования остеокальцина.

В клиническом исследовании D. Jepsen и соавт. [39] 40 женщин в период постменопаузы (возраст старше 50 лет) в течение 12 мес получали фрагмент 1-34 паратиреоидного гормона (терипаратид) в комбинации с вибрационным тренингом (3 раза в неделю частотой 30 Гц). В настоящее время данные обобщаются, авторами прогнозируется позитивная динамика показателей костного метаболизма, мышечной силы и постурального контроля и уменьшение рисков падений и переломов. В эксперименте на животных авторами также была показана высокая эффективность подобной комбинации (введение кальцийрегулирующего гормона околотитовидных желез и вибрационный режим, который включал 15-минутное воздействие 5 раз в неделю, 50 Гц), в том числе на улучшение остеointеграции имплантата в большеберцовую кость крыс.

Вышеперечисленные исследования демонстрируют возможность лечебно-профилактического неинвазивного, механически опосредованного воздействия при остеопорозе с использованием вибрационной стимуляции.

Необходимо подчеркнуть, что в ряде клинических исследований были получены неоднозначные и даже противоречивые результаты, указывающие, по мнению авторов, на отсутствие клинически выраженных положительных эффектов ВФН на костный метаболизм. В частности, D. Vemben и соавт. [40] наблюдали в течение 8 мес три группы женщин постменопаузального периода с дефицитом эстрогенов (группа резистивного тренинга, комплексного воздействия рези-

стивной физической нагрузки и ВФН и контрольная группа). По окончании исследования в обеих группах воздействия не было отмечено статистически достоверных положительных сдвигов показателей биомаркеров костного метаболизма и МПКТ (тотальная масса тела, позвоночника и бедренной кости). Более того, авторы отметили даже снижение МПКТ правой бедренной кости и шейки бедра.

Одновременно было выявлено увеличение показателей мышечной силы в группе резистивного тренинга и особенно в сочетании с ВФН. Видимо, отсутствие ожидаемой положительной динамики костных показателей в этом исследовании может быть связано с его дизайном в части применения ВФН. Так, равноускоренный тренинг использовался только в трех упражнениях (позициях) перед резистивной физической нагрузкой, соответственно, такой уровень воздействия был недостаточным (несмотря на продолжительный 8-месячный период наблюдения). Это отличается от работ большинства авторов, в которых выполнялись процедуры стимуляции длительностью не менее 30 мин, состоящие из сравнительно большего числа упражнений.

В другом рандомизированном исследовании [41] с большой выборкой (202 здоровые женщины периода постменопаузы) участники дополнительно к вибрационной нагрузке получали препараты кальция и витамина D. Авторами также не выявлено клинически выраженных эффектов вибрационного тренинга на показатели МПКТ. Однако стоит отметить, что в обоих вышеуказанных клинических исследованиях [40, 41] использовались вибротренажеры с низким уровнем влияния фактора ускорения на организм обследуемых (0,3 g), что предсказуемо отразилось на результатах.

S. Torvinen и соавт. [42] провели исследование влияния ВФН на костный метаболизм у молодых лиц (возраст 20—30 лет). Статистически значимых результатов, указывающих на заметную стимуляцию остеогенеза, получено не было. По предположению авторов, положительный эффект равноускоренного тренинга на костную ткань в первую очередь проявляется у предрасположенных пациентов (изменения в гормональном статусе, в частности, в период постменопаузы; неблагоприятные условия среды, физиологическое старение организма), вследствие чего он наиболее выражен у пациентов пожилого и старческого возрастов.

Предполагается, что эффекты равноускоренного тренинга зависят от интенсивности нагрузки и частоты использования. В описанных исследованиях были использованы различные устройства и, соответственно, режимы воздействия (например, по частоте стимуляции: 12,5, 20, 30, 40 и 90 Гц). При попытке сравнения эффективности вибрационной терапии на частотах 12,5 и 30 Гц было отмечено положительное влияние обеих частот на показатели нервно-мышечной системы, однако без существенных различий между группами [43].

Ввиду несогласованных результатов трудно определить, какой диапазон используемых частот воздействия будет наиболее подходящим для получения наилучших результатов в клинических исследованиях и терапии. Однако необходимо помнить, что каждую программу следует начинать с самых низких из предлагаемых устройств частот вибрационного стимула, постепенно увеличивая их по принципу прогрессивной тренировки вместе с продолжительностью терапевтического времени. Это особенно важно при оценке эффектов костного ремоделирования, которые требуют 6 мес и более наблюдения.

### Заключение

В большинстве исследований продемонстрированы значимые положительные эффекты ВФН на показатели ремоделирования костей и МПКТ применительно к женщинам в постменопаузе. Эти выводы основаны на теории, что равноускоренная терапия как форма физической активности может регулировать метаболизм костной ткани, в том числе стимулировать процессы формирования костей и накопления в них минеральных веществ, что показано в многочисленных клинических исследованиях одновременно с эффектами ВФН в виде увеличения показателей мышечной активности, улучшения баланса и равновесия, снижения общего риска падений и переломов

как основных нежелательных последствий остеопороза. Следует отметить, что положительные результаты равноускоренного тренинга на МПКТ наиболее выражены при дисбалансе в процессах костного метаболизма (в частности, в результате постменопаузального остеопороза) и, как правило, отсутствуют у здоровых.

Несмотря на свою практическую результативность, по данным большинства выполненных экспериментальных и клинических исследований, наиболее эффективный диапазон частот вибрационной стимуляции к настоящему времени продолжает оставаться неопределенным. Однако можно подчеркнуть, что влияние равноускоренного тренинга как отдельного вида физической нагрузки на показатели костно-мышечной системы не только сопоставимо с эффективностью, но и достоверно превышает таковую при других формах физической активности. При составлении дизайна исследования и планировании уровней вибрационного воздействия важно, чтобы реабилитационные программы учитывали принцип прогрессии физической нагрузки, превышали пороговую интенсивность для достижения значимых эффектов костного ремоделирования и развития мышечной системы, были достаточно продолжительными и при этом безопасными.

**Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.**

**The authors declare no conflict of interest.**

### ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Лесняк О.М., Баранова И.А., Белова К.Ю., Гладкова Е.Н., Евстигнеева Л.П., Ершова О.Б., Каронова Т.Л., Кочиш А.Ю., Никитинская О.А., Скрипникова И.А., Торопцова Н.В., Арамисова Р.М. Остеопороз в Российской Федерации: эпидемиология, медико-социальные и экономические аспекты проблемы (обзор литературы). *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(1):155-168. Lesnyak OM, Baranova IA, Belova KYu, Gladkova EN, Evstigneeva LP, Ershova OB, Karonova TL, Kochish AYu, Nikitinskaya OA, Skripnikova IA, Toropцова NV, Aramisova RM. Osteoporosis in Russian Federation: epidemiology, socio-medical and economical aspects (Review). *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2018;24(1):155-168. (In Russian). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2018-24-1-155-168>
2. Бартл Р. *Остеопороз. Профилактика, диагностика, лечение*. Пер. с нем. Под ред. проф. Лесняк О.М. М. 2012. Bartl R. *Osteoporoz. Profilaktika, diagnostika, lecheniye*. М.: 2012. (In Russian).
3. Марченкова Л.А., Еремушкин М.А., Макарова Е.В., Гусарова С.А., Стяжкина Е.М., Риффель А.В. *Медицинская реабилитация пациентов с остеопорозом*. Учебное пособие. М. 2019. Marchenkova LA, Eryomushkin MA, Makarova EV, Gusarova SA, Styazhkina EM, Riffel' AV. *Meditsinskaya reabilitatsiya patsiyentov s osteoporozom*. М. 2019. (In Russian).
4. Kanis JA, Burlet N, Cooper C., Delmas PD, Reginster J-Y, Borgstrom F, Rizzoli R; on behalf of the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis and Osteoarthritis (ESCEO). European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women. *Osteoporos Int*. 2008;19(4):399-428. <https://doi.org/10.1007/s00198-008-0560-z>
5. Cooper C, Champion G, Melton L. Hip fractures in the elderly: A worldwide projection. *Osteoporosis Int*. 1992;2:285-289. <https://doi.org/10.1007/bf01623184>
6. Марченкова Л.А., Макарова Е.В., Еремушкин М.А. *Медицинская реабилитация пациентов с остеопорозом, осложненным переломами*. Монография. М.: ГОРУС ПРЕСС; 2019. Marchenkova LA, Makarova EV, Yeremushkin MA. *Meditsinskaya reabilitatsiya patsiyentov s osteoporozom, oslozhnennym perelomami*. Moscow: GORUS PRESS; 2019. (In Russian).
7. Kannus P, Niemi S, Parkkari J, Palvanen M, Heinonen A, Sievänen H, Järvinen T, Khan K, Järvinen M. Why is the age-standardized incidence of low-trauma fractures rising in many elderly populations? *JBMR*. 2002;17(8):1363-1367. <https://doi.org/10.1359/jbmr.2002.17.8.1363>
8. Бадалов Н.Г., Кончугова Т.В., Марченкова Л.А., Персиянова-Дуброва А.Л., Мартынова Е.Ю. Роль немедикаментозных методов в комплексе мероприятий по профилактике и лечению остеопороза. *Современная ревматология*. 2016;10(3):62-68. Badalov NG, Konchugova TV, Marchenkova LA, Persyanova-Dubrova AL, Martynova EYu. Role of nondrug methods in a package of measures for the prevention and treatment of osteoporosis. *Sovremennaya revmatologiya*. 2016;10(3):62-68. (In Russian).
9. Tarantino U, Iolascon G, Cianferotti L, Masi L, Marcucci G, Giusti F, Marini F, Parri S, Feola M, Rao C, Piccirilli E, Zanetti EB, Cittadini N, Alvaro R, Moretti A, Calafiore D, Toro G, Gimigliano F, Resmini G, Brandi ML. Clinical guidelines for the prevention and treatment of osteoporosis: summary statements and recommendations from the Italian Society for Orthopaedics and Traumatology. *J Orthop Traumatol*. 2017;18(6):3-36. <https://doi.org/10.1007/s10195-017-0474-7>
10. Benedetti M, Furlini G, Zati A, Letizia Mauro G. The effectiveness of physical exercise on bone density in osteoporotic patients. *Biomed Res Int*. 2018;23:e4840531. <https://doi.org/10.1155/2018/4840531>
11. Van der Meer G, Zeinstra E, Tempelaars J, Hopson S. *Handbook of Acceleration Training*. CA: Healthy Learning; 2007.

12. Marín-Cascales E, Alcaraz PE, Ramos-Campo DJ, Martínez-Rodríguez A, Chung LH, Rubio-Arias JÁ. Whole-body vibration training and bone health in postmenopausal women: A systematic review and meta-analysis. *Medicine*. 2018;97(34):e11918. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000011918>
13. Пятин В.Ф., Шиरोлапов И.В. Физическая нагрузка ускорением — расширение реабилитационных возможностей восстановительной медицины. *Вестник восстановительной медицины*. 2009;29(1):25–29. Pyatin VF, Shirolapov IV. Fizicheskaya nagruzka uskorenimem — rasshireniye reabilitatsionnykh vozmozhnostey vosstanovitel'noy meditsiny. *Vestnik vosstanovitel'noy meditsiny*. 2009;29(1):25–29. (In Russian).
14. Пятин В.Ф., Широлапов И.В., Никитин О.Л. Реабилитационные возможности вибрационной физической нагрузки в геронтологии. *Вестник геронтологии*. 2009;22(2):337–342. Pyatin VF, Shirolapov IV, Nikitin OL. Vibrational physical exercises as the rehabilitation in gerontology. *Adv Gerontol*. 2009;22(2):337–342. (In Russian).
15. Luo X, Zhang J, Zhang C, He C, Wang P. The effect of whole-body vibration therapy on bone metabolism, motor function, and anthropometric parameters in women with postmenopausal osteoporosis. *Disabil Rehabil*. 2017;39(22):2315–2323. <https://doi.org/10.1080/09638288.2016.1226417>
16. McLeod K, Rubin C. Promotion of bone in growth by frequency-specific, low-amplitude mechanical strain. *Clin Orthop*. 1994;298:165–174.
17. Pamon T, Bhandal V, Adler BJ, Ete Chan M, Rubin CT. Low-intensity vibration increases cartilage thickness in obese mice. *J Orthop Res*. 2018;36(2):751–759. <https://doi.org/10.1002/jor.23795>
18. Rubin C, Xu G, Judex S. The anabolic activity of bone tissue, suppressed by disuse, is normalized by brief exposure to extremely low-magnitude mechanical stimuli. *Faseb J*. 2001;15(12):2225–2229. <https://doi.org/10.1096/fj.01-0166com>
19. Xie L, Jacobson JM, Choi ES, Busa B, Donahue LR, Miller LM, Rubin CT, Judex S. Low-level mechanical vibrations can influence bone resorption and bone formation in the growing skeleton. *Bone*. 2006;39(5):1059–1066. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2006.05.012>
20. Fliieger J, Karachalios T, Khaldi L, Raptou P. Mechanical stimulation in the form of vibration prevents postmenopausal bone loss in ovariectomized rats. *Calcif Tissue Int*. 1998;63(6):510–514. <https://doi.org/10.1007/s002239900566>
21. Jing D, Yan Z, Cai J, Tong S, Li X, Guo Z, Luo E. Low-1 level mechanical vibration improves bone microstructure, tissue mechanical properties and porous titanium implant osseointegration by promoting anabolic response in type 1 diabetic rabbits. *Bone*. 2018;106:11–21. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2017.10.001>
22. Chen J, Ruan H, Liu Y, Bao J, Xu H, Yao M, Cui X, Liang Q, Wang Y. Therapeutic effects of whole-body vibration on fracture healing in ovariectomized rats: a systematic review and meta-analysis. *Menopause*. 2018;26(6):677–686. <https://doi.org/10.1097/GME.0000000000001285>
23. Oxlund BS, Ørtoft G, Andreassen TT, Oxlund H. Low-intensity, high-frequency vibration appears to prevent the decrease in strength of the femur and tibia associated with ovariectomy of adult rats. *Bone*. 2003;32:69–77.
24. Chen LP, Han ZB, Yang XZ. The effects of frequency of mechanical vibration on experimental fracture healing. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi*. 1994;32:217–219.
25. Verschuere SM, Roelants M, Delecluse C, Swinnen S, Vanderschuere D, Boonen S. Effect of 6-month of whole body vibration training on hip density, muscle strength and postural control in postmenopausal women: a randomized control pilot study. *J Bone Miner Res*. 2004;19(3):352–359. <https://doi.org/10.1359/JBMR.0301245>
26. Lai CL, Tseng SY, Chen CN, Liao WC, Wang CH, Lee MC, Hsu PS. Effect of 6 months of whole body vibration on lumbar spine bone density in postmenopausal women: a randomized controlled trial. *Clin Interv Aging*. 2013;8:1603–1609. <https://doi.org/10.2147/CIA.S53591>
27. Rubin C, Recker R, Cullen D, Ryaby J, McCabe J, McLeod K. Prevention of postmenopausal bone loss by a low-magnitude, high-frequency mechanical stimulus: a clinical trial assessing compliance, efficacy and safety. *J Bone Miner Res*. 2004;19(3):343–351. <https://doi.org/10.1359/JBMR.0301251>
28. Ruan XY, Jin FY, Liu YL, Peng ZL, Sun YG. Effects of vibration therapy on bone mineral density in postmenopausal women with osteoporosis. *Chin Med J (Engl)*. 2008;121(13):1155–1158.
29. Von Stengel S, Kemmler W, Bebenek M, Engelke K, Kalender WA. Effects of whole-body vibration training on different devices on bone mineral density. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(6):1071–1079. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318202f3d3>
30. Gusi N, Raimundo A, Leal A. Low-frequency vibratory exercise reduces the risk of bone fracture more than walking: a randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord*. 2006;7:92–96. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-7-92>
31. Ramos LAX, Rodrigues FTM, Shirahige L, de Fátima Alcântara Barros M, de Carvalho AGC, Guerino MR, de Lima Ferreira AP, Guerra RO, das Graças Rodrigues de Araújo M. A single whole body vibration session influences quadriceps muscle strength, functional mobility and balance of elderly with osteopenia and/or osteoporosis? Pragmatic clinical trial. *J Diabetes Metab Disord*. 2019;18(1):73–80. <https://doi.org/10.1007/s40200-019-00392-4>
32. Stolzenberg N, Belavý DL, Rawer R, Felsenberg D. Vibration or balance training on neuromuscular performance in osteopenic women. *Int J Sports Med*. 2013;349(11):956–962. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1334870>
33. Gómez-Cabello A, González-Agüero A, Morales S, Ara I, Casajús JA, Vicente-Rodríguez G. Effects of a short-term whole body vibration intervention on bone mass and structure in elderly people. *J Sci Med Sport*. 2014;17(2):160–164. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2013.04.020>
34. Beck BR, Norling TL. The effect of 8 mos of twice-weekly low- or higher intensity whole body vibration on risk factors for postmenopausal hip fracture. *Am J Phys Med Rehabil*. 2010;89(12):997–1009. <https://doi.org/10.1097/PHM.0b013e3181f71063>
35. Shanb AA, Youssef EF, Muaidi QI, Alotman AA. Whole body vibration versus magnetic therapy on bone mineral density in elderly osteoporotic individuals. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2017;30(4):903–912.
36. Iwamoto J, Sato Y, Takeda T, Matsumoto H. Whole body vibration exercise improves body balance and walking velocity in postmenopausal osteoporotic women treated with alendronate: Galileo and Alendronate Intervention Trail (GAIT). *Musculoskelet Neuronal Interact*. 2012;12(3):136–143.
37. Rajapakse CS, Leonard MB, Kobe EA, Slinger MA, Borges KA, Billig E, Rubin CT, Wehrli FW. The efficacy of low-intensity vibration to improve bone health in patients with end-stage renal disease is highly dependent on compliance and muscle response. *Acad Radiol*. 2017;24(11):1332–1342. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2017.05.014>
38. Котельников Г.П., Пятин В.Ф., Булгакова С.В., Широлапов И.В. Равноускоренный тренинг увеличивает минеральную плотность костной ткани и сывороточную концентрацию остеокальцина у женщин пожилого возраста. *Успехи геронтологии*. 2010;23(2):257–262. Kotel'nikov GP, Piatin VF, Bulgakova SV, Shirolapov IV. Whole body vibration (acceleration) training increases bone mineral density and serum levels of osteocalcin in elderly women. *Adv Gerontol*. 2010;23(2):257–262. (In Russian).
39. Jepsen DB, Ryg J, Jørgensen NR, Hansen S, Masud T. The combined effect of Parathyroid hormone (1–34) and whole-body vibration exercise in the treatment of Osteoporosis (PaVOS) — study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2018;19(1):1–9. <https://doi.org/10.1186/s13063-018-2551-5>
40. Bemben DA, Palmer IJ, Bemben MG, Knehans AW. Effects of combined whole-body vibration and resistance training on muscular strength and bone metabolism in postmenopausal women. *Bone*. 2010;47(3):650–656. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2010.06.019>
41. Slatkowska L, Alibhai SM, Beyene J, Hu H, Demaras A, Cheung AM. Effect of 12 months of whole body vibration therapy on bone density and structure in postmenopausal women: a randomized trial. *Ann Intern Med*. 2011;155(10):668–679. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-155-10-201111150-00005>
42. Torvinen S, Kannus P, Sievänen H, Järvinen TA, Pasanen M, Kontulainen S, Nenonen A, Järvinen TL, Paakkala T, Järvinen M, Vuori I. Effect of 8-month vertical whole body vibration on bone, muscle performance and body balance: a randomized controlled study. *J Bone Miner Res*. 2003;18(5):876–884. <https://doi.org/10.1359/jbmr.2003.18.5.876>
43. Klarner A, von Stengel S, Kemmler W, Klady B, Kalender W. Effects of two different types of whole body vibration on neuromuscular performance and body composition in postmenopausal women. *Dtsch Med Wochenschr*. 2011;136(42):2133–2139. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1292023>

Получена 19.06.19

Received 19.06.19

Принята в печать 04.02.20

Accepted 04.02.20

## Колымская здравница «Талая». К 80-летию

© В.Н. ЗАВГОРУДЬКО, С.В. СИДОРЕНКО, В.В. КОРТЕЛЕВ, Т.И. ЗАВГОРУДЬКО, Г.В. ЗАВГОРУДЬКО

ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный медицинский университет» Минздрава России, Хабаровск, Россия

### Резюме

Статья посвящена истории создания и становления дальневосточного курорта «Талая», расположенного на Крайнем Севере России, в Магаданской области среди сопек Колымского хребта, в долине реки Талая. Представлен исторический очерк с 1868 г. по настоящее время, включающий периоды развития курорта в различные этапы становления России (дореволюционный, постреволюционный, эпоху развитого социализма, настоящее время). Описан вклад врачей курорта, геологов, работников научно-исследовательских институтов в изучение механизма действия и клинической эффективности применения тальской минеральной воды. Дана бальнеологическая характеристика азотно-кремнистой термальной воды — основного лечебного фактора курорта «Талая». В настоящее время в санатории «Талая» организовано лечение больных с заболеваниями кожи, опорно-двигательного аппарата, гинекологических, неврологических заболеваний, болезней органов пищеварения, обмена веществ, верхних дыхательных путей, сердечно-сосудистой системы, профессиональных заболеваний с использованием бальнеолечения, грязелечения и других методов немедикаментозной терапии. Сотни тысяч северян исцелила колымская здравница, снискавшая славу «Северной жемчужины». Сегодня, в период реорганизации здравоохранения, санаторий «Талая» переживает трудный, но интересный период по совершенствованию возможностей оздоровления жителей Северных районов России.

**Ключевые слова:** Санаторий «Талая», минеральные воды, бальнеология.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Завгорудько В.Н. — д.м.н., проф.; <https://orcid.org/0000-0002-0462-5898>; eLibrary SPIN: 3565-7850

Сидоренко С.В. — д.м.н., доцент; <https://orcid.org/0000-0003-4681-8871>; eLibrary SPIN: 6614-8056

Кортелев В.В. — к.м.н., доцент; <https://orcid.org/0000-0001-5836-7436>; eLibrary SPIN: 7698-0182

Завгорудько Т.И. — д.м.н., проф.; <https://orcid.org/0000-0002-1032-5146>; eLibrary SPIN: 2809-5140

Завгорудько Г.В. — к.м.н.; <https://orcid.org/0000-0003-0099-6859>; eLibrary SPIN: 2656-2229

### АВТОР, ОТВЕТСТВЕННЫЙ ЗА ПЕРЕПИСКУ:

Завгорудько Валерий Николаевич — e-mail: [vzavgorudko@mail.ru](mailto:vzavgorudko@mail.ru)

### КАК ЦИТИРОВАТЬ:

Завгорудько В.Н., Сидоренко С.В., Кортелев В.В., Завгорудько Т.И., Завгорудько Г.В. Колымская здравница «Талая». К 80-летию. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2020;97(3):94-98. <https://doi.org/10.17116/kurort20209703194>

## Kolyma health resort «Talaya» (to its 80th birthday)

© V.N. ZAVGORUDKO, S.V. SIDORENKO, V.V. KORTELEV, T.I. ZAVGORUDKO, G.V. ZAVGORUDKO

Far East state medical university, Khabarovsk, Russia

### Abstract

The article is devoted to the history of the creation and establishment of the Far Eastern resort «Talaya», located in the Far North of Russia, in the Magadan Region among the hills of the Kolyma Range, in the valley of the Talaya River. A historical essay is presented from 1868 to the present days, including periods of the resort's development at various stages of Russia's formation (pre-revolutionary, post-revolutionary periods, the era of developed socialism, present times). The contribution of resort doctors, geologists, employees of research institutes to the study of the mechanism of action and clinical effectiveness of the use of Tal mineral water is described. The balneological characteristic of nitrogen-siliceous thermal water, the main therapeutic factor of the Talaya resort, is given. Currently, the Talaya sanatorium is providing the treatment of patients with diseases of the skin, musculoskeletal system, gynecological, neurological diseases, diseases of the digestive system, metabolism, upper respiratory tract, cardiovascular system, occupational diseases using balneotherapy, mud therapy and others methods of non-drug therapy. Hundreds of thousands of northerners were healed by the Kolyma health resort, which gained fame as the «Northern Pearl». Today, during the reorganization of health care, the Talaya sanatorium is going through a difficult but interesting period in improving the possibilities of healing the inhabitants of the northern regions of Russia.

**Keywords:** Sanatorium «Talaya», mineral waters, balneology.

**INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:**

Zavgorudko V.N. — <https://orcid.org/0000-0002-0462-5898>; eLibrary SPIN: 3565-7850

Sidorenko S.V. — <https://orcid.org/0000-0003-4681-8871>; eLibrary SPIN: 6614-8056

KorteleV V.V. — <https://orcid.org/0000-0001-5836-7436>; eLibrary SPIN: 7698-0182

Zavgorudko T.I. — <https://orcid.org/0000-0002-1032-5146>; eLibrary SPIN: 2809-5140

Zavgorudko G.V. — <https://orcid.org/0000-0003-0099-6859>; eLibrary SPIN: 2656-2229

**CORRESPONDING AUTHOR:**

Zavgorudko V.N. — e-mail: [vzavgorudko@mail.ru](mailto:vzavgorudko@mail.ru)

**TO CITE THIS ARTICLE:**

Zavgorudko VN, Sidorenko SV, KorteleV VV, Zavgorudko TI, Zavgorudko GV. Kolyma health resort «Talaya» (to its 80th birthday). *Problems of balneology, physiotherapy, and exercise therapy*. 2020;97(3):94-98. (In Russian). <https://doi.org/10.17116/kurort20209703194>

Талая — само название поселка и курорта теплое, доброе. И здесь, как в фокусе, собрано все очарование и своеобразие Крайнего Севера — края необычных тонов и оттенков.

Курорт «Талая» находится в Магаданской области, на северо-западном склоне Колымского хребта в бассейне реки Талая, на высоте около 720 м над уровнем моря. С областным центром курорт связан основной Колымской трассой [1].

Человек, попавший в эти края впервые, обращает внимание на живописные окрестности курорта с озерами, ручьями и терренкурами на сопке — любимое место прогулок отдыхающих. Природа прекрасна во все времена года. В зарослях озер и на возвышенностях можно повстречать уток и гусей, куропадок и глухарей. А в зарослях стланика белок и зайцев. Многочисленные ручейки и речушки полны рыбы. Зимой «Талая» надевает на себя снежное убранство. В ясные дни алмазами сверкает холодный покров, укутавший все вокруг. Зима длится 7–8 мес, а морозы достигают порой  $-50^{\circ}\text{C}$ . Зимой «Талая» напоминает сказочное царство Снежной королевы. В это время года здесь почти не бывает ветров [2, 3].

Курорт функционирует круглый год. Основными лечебными факторами курорта являются слабо минерализованные (0,5 г/л) азотно-кремнистые термальные воды (температура  $-87^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  — 0,148 г/л, pH — 9,0), дебит 12 л/с — порядка 1000 м<sup>3</sup>/сут (по Л.Н. Барабанову, В.Н. Дислер, 1968) и иловая грязь с незначительным содержанием сероводорода (3 мг %) с пресноводного озера Шучье, применяемая для грязевых ванн, аппликаций [4].

История открытия курорта «Талая», как и большинства курортов Дальнего Востока (курорт «Кульдур», «Анненские минеральные воды» и т.д.) [5], окутана легендами. Есть легенда и у «Талой», согласно которой старый умирающий эвен по обычаю предков остался зимой умирать в тундре. Когда в морозном тумане скрылись последние нарты, сознание оставило его. Утром, открыв глаза, он увидел живое белое марево. Немного придя в себя, он понял, что это пар. Он сбросил с себя оленьи шкуры, которыми был заботливо укрыт и, напрягая остатки сил, по-

полз навстречу мареву. На островке талой земли журчал горячий источник. Эвен припал к нему. С каждым днем к нему возвращались силы. Старик прожил еще много лет. А среди эвенских оленеводов еще долго ходила легенда о волшебном участке земли, который не покрывался снегом в самые снежные зимы, об источнике воды, не замерзающем в самые лютые морозы. Предположительно, само название «Талая» произошло от эвенского «тала» — долины с горячими источниками. Другие легенды, имеющие отношение, возможно, к более древним временам, рассказывают о том, что больные олени часто исчезали из стада и обнаруживались в долине Талой в непосредственной близости от горячих источников крепкими и здоровыми [3].

Первые письменные упоминания о Тальском источнике встречаются в документах церковного архива поселка Ямск за 1905–1906 гг., которые свидетельствуют, что удивительные свойства минеральной воды открыл в 1868 г. (по другим данным — в 1863 г.) купец Афанасий Бушуев. Будучи предприимчивым человеком, он замораживал эту воду и продавал населению лед как целебное средство.

Первые лечебные ванны принимали в примитивных ямах, вырытых в земле. В 1904 г. возле источника была построена избушка с двумя деревянными ваннами, врытыми в землю и наполнявшимися минеральной водой посредством лотков [2].

Планомерное освоение природных богатств Талой началось после Октябрьской революции. Зимой 1929 г. на источнике побывали известный геолог В.А. Цареградский и геодезист Д.Н. Казанли, которыми были определены географические координаты —  $61^{\circ}06'$  северной широты и  $158^{\circ}21'$  восточной долготы. В 1931 г. вблизи горячего источника был основан оленеводческий совхоз. Углубленно источник был обследован в 1933 г. геологом С.Е. Захаренко, который по генезису отнес его к группе восходящих ювенильных источников. В 1933 г. минеральным источником заинтересовался санитарный отдел Дальстроя как возможной базой для строительства санатория, для чего в 1934 г. туда была направлена радиометрическая партия, сообщившая сведения о радиоактив-

ности воды и газов. В 1939 г. было получено заключение Государственного центрального института курортологии о лечебных свойствах Тальской воды. В том же году на источник выехала комиссия из представителей райкома, профсоюза, политуправления, Дальстроя и санитарного отдела Колымпроекта, которая и выбрала место для строительства курорта [6].

С целью организации лечения трудящихся проектная контора Магаданского горкоммунотдела в начале 1940 г. подготовила чертежи «экспериментального ванного здания», которое предполагалось разместить в непосредственной близости от источника.

Проектом предусматривалось сооружение небольшой будки над источником, а в самом шурфе источника — сруб для каптажа воды. Для охлаждения минеральной воды (температура у выхода выше 85 °С) были запроектированы два бака емкостью до 5 м<sup>3</sup>, расположенных в отдельном помещении. В километре от источника было построено общежитие для обслуживающего персонала. Эти, а также другие здания будущего санатория, строились из местной лиственницы.

Постановлением президиума Колымского окружкома союза рабочих по добыче золота и платины от 18.10.40 (протокол №65) в совхозе «Талая» был открыт санаторий-стационар «Горячие ключи». Это было первое курортное учреждение в области. К приезду первой группы больных численностью 20 человек было построено небольшое лечебное помещение на две ванны. Размещались пациенты санатория в одноэтажном здании, бывшем общежитии рабочих совхоза. До лечебных ванн добирались пешком, неходячие больные ездили в санях на оленях. В первый год существования курорта здесь пролечились лишь несколько десятков человек, с расширением курорта число принимаемых больных неуклонно возрастало и к 1955 г. составило 22 тыс. В полутора километрах от источника были выстроены два спальных корпуса на 155 мест, а непосредственно у источника — ванное здание на четыре ванны. В конце 1940-х годов рядом со спальными корпусами появилась новая водолечебница на 10 кабин и 6 грязевых кушеток.

В 1947—1948 гг. Институт курортологии Минздрава СССР провел комплексное исследование тальских вод и дал подробное описание геологического строения района, его климата, определил условия выхода минеральной воды, ее бальнеологический состав, а также грязевые ресурсы, которые близки по составу грязям северокавказских озер. По результатам исследований минеральный источник был отнесен к перспективным для дальнейшего освоения как имеющих высокие целебные свойства.

Постановлением президиума Колымского окружкома союза рабочих по добыче золота и платины от 04.08.49 (п. 19 протокола №29) санаторий «Горячие ключи» был переименован в курорт «Талая» [2, 7].

В конце 1949 г. начальник Дальстроя поручил сотрудникам Дальспецпроекта архитекторам Н.Н. Юргенсону, А.В. Лукьянову, Д.Б. Цвинку разработать проект нового комплекса курорта «Талая» на 200 мест. В проекте было предусмотрено строительство двух спальных корпусов по 100 коек, каптажа источника, водолечебного корпуса, столовой на 200 мест, жилых домов для обслуживающего персонала, благоустройство территории. Управлению шоссейных дорог было предложено до 1951 г. закончить реконструкцию автодороги до 256 км Колымской трассы — до будущего поселка Талая [8].

В декабре 1952 г. приказом Минздрава СССР курорт «Талая» включен в разряд специализированных санаториев Советского Союза. В конце 1950-х годов в соответствии с разработанным генеральным планом реконструкции курорта началось строительство нового санаторного комплекса. С развитием санаторного дела рос и сам поселок. Без учета отдыхающих число жителей к 1958 г. насчитывало более 600 (против менее 30 в 1939 г.), появилась своя школа-семилетка [9].

С 1967 по 1985 г. санаторий «Талая» возглавлял главный врач В.Р. Аванян, который был не только хорошим организатором, значительно расширивший северную здравницу, но и врач-теоретик. Он написал книгу о поселке и санатории, где не только отразил его историю, но и обосновал методы лечения, проводимые в здравнице.

В период «развала» СССР курорт «Талая» пережил трудный период, продолжая работать на благо здоровья населения Колымы. Активное финансирование началось только в 2000-е годы, что позволило сохранить и продолжить работу по приему и лечению пациентов [10]. Здравница принимает не только взрослых отдыхающих, но и родителей с детьми. На сегодняшний день в санатории «Талая» созданы все условия для комплексного лечения болезней кожи и подкожной клетчатки, костно-мышечной системы и соединительной ткани, мочеполовой системы, нервной системы, гинекологических заболеваний. Имеются все возможности для полноценного отдыха и восстановления здоровья круглый год. Здравница рассчитана на 200 мест, располагает тремя спальными корпусами с одно- и двухместными номерами, водо- и грязелечебницей, физиотерапевтическим комплексом, оснащенными современным оборудованием (см. рисунок). Для активного отдыха и лечения санаторий имеет корпус лечебной физкультуры, который включает большой плавательный бассейн с минеральной водой, оснащенный водными тренажерами, спортивный и массажный залы, зал для настольного тенниса, сауну с собственным небольшим бассейном [1].

По мнению экс-губернатора Магаданской области В.П. Печеного, необходимо было многое сделать для того, чтобы «Талая», уникальный курорт Колымы, не уступал лучшим курортам России и мира. На-



Курорт «Талая» сегодня.

The resort «Talaya» today.

ступает пора вернуть ему былую славу и выходить на новые горизонты. Для начала — стать территорией опережающего развития, здравницей межрегионального уровня, используя уникальные рекреационные ресурсы, природно-климатические и лечебные факторы. Можно было бы создать здесь туристическо-рекреационный кластер. Сегодняшний день — это внедрение новых технологий в лечебный процесс, оздоровление детей, пенсионеров, работников всех сфер деятельности, проживающих на территории Магаданской области и за ее пределами.

Накануне своего 80-летнего юбилея, в мае 2019 г., здравница «Талая» сменила форму собственности — она перешла в частные руки. По заявлению нового руководства, будет проведена модернизация спальных корпусов и оборудования [11].

В ныне сложившейся ситуации остается надеяться, что уникальный санаторий Колымы «Талая» встретит еще не один свой юбилей и будет продолжать дарить здоровье людям.

## Заключение

80 лет — это целая жизнь. Для человека, курорта, страны. Здравница «Талая» родилась на Крайнем Севере — в зоне вечного холода с редким и поэтому таким долгожданным потеплением. Родилась как подарок природы — подарок всем жителям Колымы, как правило, людям с тяжелой судьбой и искалеченным здоровьем. Население Колымы сегодня — это потом-

ки переселенцев и сосланных на край страны «врагов народа», а также коренные народности. Уровень официальной медицины всегда был в этом регионе достаточно низкий. Вот и тянулись люди к необыкновенному чуду природы — горячим источникам с целебными свойствами. И не зря: многие, приехав на костылях, уезжая, бросали их навсегда около лечебницы. И со временем горы костылей, опорных палочек росли — как торжество победы над болью, над болезнью, над недомоганием. Здравствуй, здоровье! Здравствуй, жизнь! Спасибо, Талая! Спасибо от тысяч пролеченных людей. Процветай, Талая, на благо дальневосточников и всей страны!

## Дополнительная информация

**Благодарности.** Авторский коллектив выражает глубокую благодарность Дик Марине Валентиновне — бывшему главному врачу ГАУЗ «Магаданский областной санаторий «Талая» за предоставленные архивные данные и фотоматериалы.

**Участие авторов:** работа с архивными данными, библиографический поиск — В.Н. Завгорудько, Т.И. Завгорудько; библиографический поиск, написание статьи — Г.В. Завгорудько, С.В. Сидоренко, В.В. Кортелев.

**Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.**

**The authors declare no conflict of interest.**

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. ГАУЗ «Магаданский областной санаторий «Талая». Ссылка активна на 10.06.19. Talaya. Accessed 10.06.19. (In Russian). <https://talaya.49med.ru>
2. 74 года назад в поселке оленеводческого совхоза «Талая» открыт санаторий «Горячие ключи». Ссылка активна на 10.06.19. 74 goda nazad v posyolke olenevodcheskogo sovhoza «Talaya» otkryt sanatorij «Goryachie klyuchi». Accessed 10.06.19. (In Russian). <https://www.kolyma.ru>
3. Аваян В.Р. *Курорт «Талая»*. Магадан: Магаданское кн. изд-во; 1973. Avanyan V.R. *Kurort «Talaya»*. Magadan: Magadanskoe kn. izd-vo; 1973. (In Russian).
4. Кулаков В.В., Сидоренко С.В. *Минеральные воды и лечебные грязи Приамурья*. Хабаровск: Изд-во ДВГМУ; 2017. Kulakov VV, Sidorenko SV. *Mineral'nye vody i lechebnye gryazi Priamur'ya*. Habarovsk: Izd-vo DVGUMU; 2017. (In Russian).
5. Завгорудько В.Н., Кортелев В.В., Завгорудько Т.И., Сидоренко С.В. Анненские минеральные воды. История открытия. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2015;92(3):62-65. Zavgorud'ko VN, Kortelev VV, Zavgorud'ko TI, Sidorenko SV. Annenskie mineral'nye vody. Istoriya otkrytiya. *Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoj fizicheskoy kul'tury*. 2015;92(3):62-65. (In Russian).
6. Волков Г.Г. *Вексель Билибина*. Магадан: Магаданское кн. изд-во; 1978. Volkov GG. *Veksel' Bilibina*. Magadan: Magadanskoe kn. izd-vo; 1978. (In Russian).
7. Санаторий «Талая» отмечает 75-летие! Ссылка активна на 10.06.19. Sanatorij «Talaya» otmechaet 75-letie! Accessed 10.06.19. (In Russian). <https://www.kolymastory.ru>
8. Лукин И.И. *Первостроители: из истории строительства на Крайнем Северо-Востоке СССР*. Магадан: Магаданское кн. изд-во; 1986. Lukin II. *Pervostroiteli: iz istorii stroitel'stva na Krajnem Severo-Vostoke SSSR*. Magadan: Magadanskoe kn. izd-vo; 1986. (In Russian).
9. Лебедев Н. Северная здравница. *Магаданская правда*. 1958;23 декабря:2. Lebedev N. Severnaya zdravnica. *Magadanskaya pravda*. 1958;23 dekabrya:2. (In Russian).
10. *Тальское притяжение*. Ссылка активна на 10.06.19. *Tal'skoe prityazhenie*. Accessed 10.06.19. (In Russian). <https://www.kolyma.ru/>
11. Хмельницкая А. Ушел с молотка. Санаторий «Талая» продали самому богатому жителю Колымы. *АиФ-Магадан*. 2019;20:4. Hmel'nickaya A. Ushel s molotka. Sanatorij «Talaya» prodali samomu bogatomu zhitelyu Kolymy. *AiF-Magadan*. 2019;20:4. (In Russian).

Получена 20.06.19

Received 20.06.19

Принята в печать 07.08.19

Accepted 07.08.19