

ISSN 0869-8678 (Print)  
ISSN 2658-6738 (Online)

В Е С Т Н И К  
ТРАВМАТОЛОГИИ  
И ОРТОПЕДИИ

ИМЕНИ Н.Н. ПРИОРОВА  
2021 том 28 №2

N.N. Priorov Journal  
of Traumatology  
and Orthopedics

2021 Volume 28 Issue 2

## УЧРЕДИТЕЛЬ:

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

## ИЗДАТЕЛЬ

ООО «Эко-Вектор»  
Адрес: 191186, г. Санкт-Петербург, Аптекарский переулок, д. 3, литера А, помещение 1Н  
E-mail: info@eco-vector.com  
WEB: <https://eco-vector.com>

## РЕКЛАМА

Отдел рекламы  
Тел.: +7 (495) 308 83 89

## РЕДАКЦИЯ

**Зав. редакцией**  
Трухина Диана Аршалуйсовна  
E-mail: vto@eco-vector.com  
Тел: +7 (967) 153-70-05

## ПОДПИСКА

Подписка на печатную версию через интернет:  
[www.journals.eco-vector.com/](http://www.journals.eco-vector.com/)  
[www.eLibrary.ru](http://www.eLibrary.ru)  
[www.pressa-rf.ru](http://www.pressa-rf.ru)

## ИНДЕКСАЦИЯ

- РИНЦ
- Google Scholar
- Ulrich's International Periodicals Directory
- WorldCat

Оригинал-макет изготовлен  
ООО «Эко-Вектор».  
Корректор: *И.В. Смирнова*  
Вёрстка: *Ф.А. Игнащенко*  
Обложка: *Ф.А. Игнащенко*

Сдано в набор 14.10.2021.  
Подписано в печать 25.10.2021.  
Формат 60 × 88 1/8. Печать офсетная.  
Печ. л. 11. Усл. печ. л. 10,23.  
Уч.-изд. л. 6. Тираж 500 экз.  
Заказ No 1-7336-1v

Отпечатано в ООО «Типография Фурсова».  
196105, Санкт-Петербург, ул. Благодатная, д. 69.

ISSN 0869-8678 (Print)

ISSN 2658-6738 (Online)

# Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова

Том 28 | Выпуск 2 | 2021  
ЕЖЕКВАРТАЛЬНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ НАУЧНЫЙ  
МЕДИЦИНСКИЙ ЖУРНАЛ

### ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

**Миронов Сергей Павлович** — акад. РАН, д-р мед. наук, проф., президент ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

### ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

**Ветрилз Марчел Степанович** — канд. мед. наук, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

### ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ

**Цыкунов Михаил Борисович** — д-р мед. наук, проф. кафедры медицинской реабилитации ФДПО ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**Баиндрашвили А.Г.** — акад. РАН, д-р мед. наук, проф., ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

**Виссарионов С.В.** — чл.-корр. РАН, д-р мед. наук, проф., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

**Голубев И.О.** — д-р мед. наук, проф., ФГАУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия

**Губин А.В.** — д-р мед. наук, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

**Дубров В.Э.** — д-р мед. наук, проф., МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

**Еськин Н.А.** — д-р мед. наук, проф., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

**Загородний Н.В.** — чл.-корр. РАН, д-р мед. наук, проф., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

**Иванов П.А.** — д-р мед. наук, проф., ГБУЗ г. Москвы «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского» Департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Россия

**Каграманов С.В.** — д-р мед. наук, проф., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

**Крупаткин А.И.** — д-р мед. наук, проф., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

**Кулешов А.А.** — д-р мед. наук, проф., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

**Михайлова Л.К.** — д-р мед. наук, проф., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

**Морозов А.К.** — д-р мед. наук, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

**Мурылев В.Ю.** — д-р мед. наук, проф. ФГАУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет), Москва, Россия

**Мушкин А.Ю.** — д-р мед. наук, проф., ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физиопульмонологии» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

**Орлецкий А.К.** — д-р мед. наук, проф., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

**Очуренко А.А.** — д-р мед. наук, проф., ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва, Россия

**Попков Д.А.** — д-р мед. наук, проф., чл.-корр. Французской Академии медицинских наук, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, Курган, Россия

**Родионова С.С.** — д-р мед. наук, проф., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

**Рябых С.О.** — д-р мед. наук, проф., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, Курган, Россия

**Снетков А.И.** — д-р мед. наук, проф., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

**Солод Э.И.** — д-р мед. наук, проф., ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва, Россия

**Тихлов Р.М.** — д-р мед. наук, проф., ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

**Чернашин А.** — д-р мед. наук, Техасский детский госпиталь, Даллас, США

**Хосни Г.А.** — Университет Бенха, Бенх, Египет

**Иванов М.** — д-р мед. наук, Образовательные больницы Шеффилда Фонда NHS, Великобритания

**Кириенко А.** — Клинический институт, Роззано, Италия

**Чаудхари М.** — Госпиталь Чодри, Акола, Индия

**Миткович М.Б.** — проф. Нишский Университет, Ниш, Сербия

**Мадан С.С.** — д-р мед. наук, Детский госпиталь, Шеффилд, Великобритания

**Глад В.** — д-р мед. наук, Университет здравоохранения Сан-Антонио, Сан-Антонио, США

**Кавагути Е.** — Университет Тоямы, Япония

Редакция не несет ответственности за содержание рекламных материалов. Точка зрения авторов может не совпадать с мнением редакции. К публикации принимаются только статьи, подготовленные в соответствии с правилами для авторов. Направляя статью в редакцию, авторы принимают условия договора публичной оферты. С правилами для авторов и договором публичной оферты можно ознакомиться на сайте: <https://journals.eco-vector.com/0869-8678/>. Полное или частичное воспроизведение материалов, опубликованных в журнале, допускается только с письменного разрешения издателя — издательства «Эко-Вектор».

## FOUNDER:

National Medical Research Center  
of Traumatology and Orthopedics  
N.N. Priorov

## PUBLISHER

Eco-Vector  
Address: 3 liter A, 1H, Aptekarsky  
pereulok, 191186, Saint Petersburg,  
Russian Federation  
E-mail: [info@eco-vector.com](mailto:info@eco-vector.com)  
WEB: <https://eco-vector.com>

## ADVERTISE

### Adv. department

Phone: +7 (495) 308 83 89

## EDITORIAL

Executive editor  
Diana A. Trukhina  
Email: [vto@eco-vector.com](mailto:vto@eco-vector.com)  
Phone: +7 (967) 153-70-05

## SUBSCRIPTION

For print version:  
[www.journals.eco-vector.com](http://www.journals.eco-vector.com)

## INDEXATION

- Russian Science Citation Index
- Google Scholar
- Ulrich's International Periodicals  
Directory
- WorldCat

## TYPESET

complete in Eco-Vector  
Proofreader: *I.V. Smirnova*  
Layout editor: *Ph. Ignashchenko*  
Cover: *Ph. Ignashchenko*

ISSN 0869-8678 (Print)  
ISSN 2658-6738 (Online)

# N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics

Volume 28 | Issue 2 | 2021

QUARTERLY PEER-REVIEW MEDICAL JOURNAL

### EDITOR-IN-CHIEF

**Sergey P. Mironov** — Academician of the Russian Academy of Sciences, MD, Professor, Head of N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia.

### DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF

**Marchel S. Vetrile** — MD, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia.

### EXECUTIVE SECRETARY

**Mikhail B. Tsykunov** — MD, Professor the Department «Medical Rehabilitation» at N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia.

### EDITORIAL BOARD

**Baindurashvili A.G.** — corresponding member of RAS, MD, Professor, Research children's orthopedic Institute G.I. Turner, Saint-Petersburg, Russia.

**Vissarionov S.V.** — corresponding member of RAS, MD, Professor, G.I. Turner National Medical Research Center of Pediatric Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia.

**Vorotnikov A.A.** — MD, Professor, Stavropol State Medical University, Stavropol, Russia.

**Golubev I.O.** — MD, Professor, RUDN University, Moscow, Russia.

**Gubin A.V.** — MD, Professor, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia.

**Dubrov V.E.** — MD, Professor, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia.

**Zagorodny N.V.** — corresponding member of RAS, Professor, MD, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia.

**Kagramanov S.V.** — MD, Professor, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia.

**Krupatkin A.I.** — MD, Professor, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia.

**Kuleshov A.A.** — MD, Professor, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia.

**Mikhailova L.K.** — MD, Professor, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia.

**Morozov A.K.** — MD, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia.

**Murylev V.Yu.** — MD, Professor, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia.

**Mushkin A.Yu.** — MD, Professor, St. Petersburg National Medical Research Institute for Phthisiopulmonology, St. Petersburg, Russia.

**Orletskiy A.K.** — MD, Professor, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia.

**Ochkurenko A.A.** — MD, Professor, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow, Russia.

**Popkov D.A.** — MD, Professor, corresponding member of French Academy of Medicine, G.A. Ilizarov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russia.

**Rodionova S.S.** — MD, Professor, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia.

**Ryabikh S.O.** — MD, Professor, G.A. Ilizarov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russia.

**Snetkov A.I.** — MD, Professor, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia.

**Solod E.I.** — MD, Professor, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow, Russia.

**Tikhilov R.M.** — MD, Professor, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia.

**Cherkashin A.** — MD, Texas Scottish Rite Hospital for Children, Dallas, USA

**Hosny G.A.** — Benha University, Benha, Egypt

**Ivanov M.** — MD, PhD, MSc, FRCS, Sheffield Teaching Hospitals NHS Foundation Trust, Sheffield, United Kingdom

**Kirienko A.** — Clinical Institute, Rozzano, Italy

**Chaudhary M.** — Chaudhary Trust Hospital, Akola, India

**Mitkovic M.B.** — University of Nis, Nis, Serbia

**Madan S.S.** — MBBS; FRCS; MCh; MBA; FInstLM, Sheffield Children's Hospital, Sheffield, United Kingdom

**Glad V.** — PhD, UT Health San Antonio, San Antonio, USA






**Kawaguchi Y.** — Toyama University, Toyama, Japan

The editors are not responsible for the content of advertising materials. The point of view of the authors may not coincide with the opinion of the editors. Only articles prepared in accordance with the guidelines are accepted for publication. By sending the article to the editor, the authors accept the terms of the public offer agreement. The guidelines for authors and the public offer agreement can be found on the website: <https://journals.eco-vector.com/0869-8678/>. Full or partial reproduction of materials published in the journal is allowed only with the written permission of the publisher — the Eco-Vector publishing house.



# СОДЕРЖАНИЕ

---

## ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

-  *В.И. Татаренков, В.Г. Булгаков, Н.С. Гаврюшенко*  
Двухлетние результаты клинического применения артротомического шунтирования при остеоартрозе коленного сустава ..... 5
-  *Г.А. Кесян, Г.С. Карапетян, А.А. Шуйский, Р.З. Уразгильдеев, И.Г. Арсеньев, О.Г. Кесян, М.М. Шевнина*  
Реверсивное эндопротезирование плечевого сустава при дефектах гленоида с использованием первично-ревизионного метаглена ..... 13
-  *Г.А. Кесян, Г.С. Карапетян, А.А. Шуйский, Р.З. Уразгильдеев, И.Г. Арсеньев, О.Г. Кесян, М.М. Шевнина*  
Оценка эффективности применения малотравматичного оперативного доступа при реверсивном эндопротезировании плечевого сустава ..... 21
- А.И. Колесник, Н.С. Гаврюшенко, Л.В. Фомин, Н.В. Загородний, С.В. Донченко, И.М. Солодилов, Д.А. Иванов, А.В. Овчаренко, В.В. Суриков*  
Репозиционно-фиксационное кольцо для оперативного лечения пациентов с переломами вертлужной впадины (предварительные результаты статических испытаний) ..... 29
-  *С.В. Вакуленко, М.А. Еремушкин*  
Влияние упражнений изометрического характера на развитие кондиционных способностей у пациентов с дорсопатиями в стадии неполной ремиссии. .... 39
-  *В.В. Островский, Г.А. Коршунова, С.П. Бажанов, А.А. Чехонацкий, В.С. Толкачев*  
Электрофизиологические паттерны седалищного нерва у пациентов с деформирующим артрозом тазобедренных суставов. .... 47

## ОБЗОРЫ

-  *А.Г. Алиев, А.В. Амбросенков, М.А. Черкасов, А.А. Бояров, Х.К. Идрисов, А.О. Бадмаев*  
История развития эндопротезирования локтевого сустава. .... 55
- Е.Н. Соловьёва, М.А. Вавилов, В.Ф. Бландинский, И.В. Громов, А.Г. Соколов*  
Диагностика и лечение детей до 3 лет с врожденным вертикальным тараном (обзор литературы) ..... 63
-  *И.Ф. Ахтямов, В.И. Айдаров, Э.Р. Хасанов*  
Особенности реабилитации пациентов с ревматоидным артритом после эндопротезирования: обзор литературы ..... 77






## НЕКРОЛОГ

-  Памяти Валентина Николаевича Гурьева ..... 88



# CONTENTS

---

## ORIGINAL STUDIES

	<i>V.I. Tatarenkov, V.G. Bulgakov, N.S. Gavruyshenko</i> Two-year results of clinical use of arthromedullary bypass for knee osteoarthritis. . . . .	5
	<i>G.A. Kesyan, G.S. Karapetyan, A.A. Shuyskiy, R.Z. Urazgil'deev, I.G. Arsen'ev, O.G. Kesyan, M.M. Shevnina</i> Reverse shoulder arthroplasty in cases of glenoid defects using primary-revision metaglene. . . . .	13
	<i>G.A. Kesyan, G.S. Karapetyan, A.A. Shuyskiy, R.Z. Urazgil'deev, I.G. Arsen'ev, O.G. Kesyan, M.M. Shevnina</i> Evaluation of the effectiveness of the use of low-traumatic surgical access in the reverse shoulder arthroplasty. . . . .	21
	<i>A.I. Kolesnik, N.S. Gavryushenko, L.V. Fomin, N.V. Zagorodni, S.V. Donchenko, I.M. Solodilov, D.A. Ivanov, A.V. Ovcharenko, V.V. Surikov</i> Repositional-fixation ring for surgical treatment of acetabular fractures (preliminary results of static tests) . . . . .	29
	<i>S.V. Vakulenko, M.A. Yeremushkin</i> Impact of isometric exercising as to development of physical characteristics typical of dorsopathy patients at incomplete remission stage . . . . .	39
	<i>V.V. Ostrovskij, G.A. Korshunova, S.P. Bazhanov, A.A. Chekhonatskiy, V.S. Tolkachev</i> Electrophysiological patterns of sciatic nerve in patients with arthrosis deformans of the hip . . . . .	47

## REVIEWS

	<i>A.G. Aliev, A.V. Ambrosenkov, M.A. Cherkasov, A.A. Boyarov, K.K. Idrisov, A.O. Badmaev</i> The history of the development of elbow arthroplasty. . . . .	55
	<i>E.N. Solovyova, M.A. Vavilov, V.F. Blandinsky, I.V. Gromov, A.G. Sokolov</i> Diagnosis and treatment of congenital vertical talus in children under 3 years old (review). . . . .	63
	<i>I.F. Akhtiamov, V.I. Aidarov, E.R. Khasanov</i> Features of rehabilitation of patients with rheumatoid arthritis after arthroplasty (review). . . . .	77

## OBITUARY

	In memoriam on prof. Valentin N. Guriev. . . . .	88
--	--	----

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto71129>

# Двухлетние результаты клинического применения артротомического шунтирования при остеоартрозе коленного сустава

В.И. Татаренков, В.Г. Булгаков\*, Н.С. Гаврюшенко

Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Москва, Россия

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** При неэффективности консервативной терапии остеоартроза (ОА) коленных суставов распространенным методом оперативного лечения является артроскопическая санация (АС) пораженных сочленений. Однако результаты исследований указывают на невысокую эффективность применения АС при гонартрозе. С целью улучшения результатов применения АС при ОА коленных суставов было предложено использование оригинального имплантата для сообщения костномозговой полости и полости коленного сустава. В ближайшем постоперационном периоде при таком артротомическом шунтировании выявлено быстрое улучшение состояния пораженных суставов, снижение выраженности отдельных симптомов, уменьшение потребности в применении болеутоляющих лекарств.

**Цель исследования.** Сравнить результаты артроскопической санации у пациентов с остеоартрозом коленного сустава без и с применением артротомического шунтирования (АМШ) сустава через 2 года после вмешательства.

**Материалы и методы.** Представлены результаты сравнительного исследования с участием 147 пациентов в возрасте от 42 до 80 лет с остеоартрозом коленного сустава. В контрольной группе (67 пациентов) выполняли только артроскопическую санацию, в опытной группе (80 пациентов, 90 операций) дополнительно проводили АМШ (10 пациентам на обоих коленных суставах) для поступления в полость сустава внутрикостного содержимого. Результаты определяли спустя 3, 6, 12 и 24 мес после операции, используя альгофункциональный индекс Lequesne и индекс WOMAC, оценивали необходимость в применении нестероидных противовоспалительных препаратов.

**Результаты.** Положительная динамика обоих показателей в обеих группах первых 3 мес наблюдения сохранялась в течение 24 мес, причем более значимые их изменения, как и уменьшение скованности и частоты ночных болей суставов, имели место в опытной группе ( $p < 0,01$ ). Через 24 мес после операции в опытной группе отказались от регулярного приема нестероидных противовоспалительных препаратов 87% пациентов, в контрольной — 54% ( $p < 0,01$ ). При шунтировании процент операций с неудовлетворительными и посредственными результатами снижался в 2,5–3,5 раза, а процент случаев с хорошими и отличными результатами был выше на 28% по сравнению с контрольной группой ( $p < 0,01$ ).

**Заключение.** Предложенное АМШ суставов оказывает длительный благоприятный эффект и перспективно для лечения больных гонартрозом, не отвечающих на консервативное лечение. Его применение способно улучшить функционирование суставов, уменьшить суставную боль и зависимость от болеутоляющих препаратов и тем самым облегчить тяжесть заболевания у большего числа пациентов.

**Ключевые слова:** остеоартрит коленного сустава; артротомическое шунтирование; индекс WOMAC; результаты лечения.

## Как цитировать:

Татаренков В.И., Булгаков В.Г., Гаврюшенко Н.С. Двухлетние результаты клинического применения артротомического шунтирования при остеоартрозе коленного сустава // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2021. Т. 28, № 2. С. 5–12.

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto71129>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto71129>

# Two-year results of clinical use of arthromedullary bypass for knee osteoarthritis

Valeriy I. Tatarenkov, Valeriy G. Bulgakov\*, Nikolay S. Gavruyshenko

N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** With the ineffectiveness of conservative therapy for the knee joints osteoarthritis (OA), arthroscopic debridement (AD) of the affected joints is a common method of surgical treatment. However, the results of studies indicate a low efficiency of the use of AD in gonarthrosis. In order to improve the results of the use of AD in the knee joints OA, it was proposed to use an original implant to communicate the bone marrow cavity and the cavity of the knee joint. In the immediate postoperative period, such arthromedullary bypass surgery revealed a rapid improvement in the condition of the affected joints, a decrease in the severity of symptoms, and a decrease in the need for pain relievers.

**AIM:** To compare the results of arthroscopic surgery in patients with knee osteoarthritis without and with the use of arthromedullary bypass (AMB) of joint at 2 years after the intervention.

**MATERIALS AND METHODS:** The results of a comparative study involving 147 patients aged 42 to 80 years with knee osteoarthritis were presented. In the control group (67 patients), only arthroscopic debridement was performed; in the study group (80 patients, 90 operations) AMB was additionally performed (10 patients on both knee joints) for the entry of an intraosseous content into the joint cavity. The results were evaluated 3, 6, 12, and 24 months after surgery, using the Lequesne algofunctional index and the WOMAC index and the need for the nonsteroidal antiinflammatory drugs (NSAID) was assessed.

**RESULTS:** The positive dynamics of both indicators in both groups during the first 3 months of follow-up was maintained for 24 months, and their more significant changes, as well as a decrease in stiffness and the frequency of nocturnal joint pain, occurred in the study group ( $p < 0.01$ ). 24 months after surgery, 87% of patients in the study group refused to take regular NSAID, and 54% in the control group ( $p < 0.01$ ). During the AMB, the percentage of operations with unsatisfactory and moderate results decreased by 2.5–3.5 times, and the percentage of cases with good and excellent results was 28% higher compared to the control group ( $p < 0.01$ ).

**CONCLUSIONS:** The proposed AMB of joints had a long-term beneficial effect and is promising for the treatment of patients with knee osteoarthritis who do not respond to conservative treatment. Its use can improve joint function, reduce joint pain and dependence on analgesics, and thus ease the severity of the disease in more patients.

**Keywords:** knee osteoarthritis; arthromedullary bypass; WOMAC index; treatment results.

## To cite this article:

Tatarenkov VI, Bulgakov VG, Gavruyshenko NS. Two-year results of clinical use of arthromedullary bypass for knee osteoarthritis. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2021;28(2):5–12. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto71129>



## ВВЕДЕНИЕ

При неэффективности консервативной терапии остеоартроза (ОА) коленных суставов распространенным методом оперативного лечения является артроскопическая санация (АС) пораженных сочленений. Однако результаты рандомизированных контролируемых исследований указывают на невысокую эффективность применения АС при гонартрозе [1, 2]. Незначительный лечебный эффект санации к тому же часто имеет ограниченную продолжительность. Имеются также указания на прогрессирование ОА коленных суставов при наличии предшествующей АС и на худшие результаты при их последующем эндопротезировании [3, 4]. В целом, выявленная в исследованиях невысокая эффективность отразилась на уменьшении применения артроскопий по поводу ОА коленного сустава [5].

С целью улучшения результатов применения АС при ОА коленных суставов было предложено использование оригинального имплантата для сообщения костномозговой полости и полости коленного сустава. В ближайшем постоперационном периоде при таком артротомическом шунтировании (АМШ) выявлено быстрое улучшение состояния пораженных суставов, снижение выраженности отдельных симптомов, уменьшение потребности в применении болеутоляющих лекарств [6].

Цель данного исследования — анализ двухлетних результатов применения артротомического шунтирования при остеоартрозе коленного сустава.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании 147 пациентам выполнена АС пораженных коленных суставов, ранее не подвергавшимся хирургическому вмешательству. Из них 80 пациентам,

подписавшим информированное согласие, проведены также 90 операций АМШ (у 10 пациентов шунтированы два коленных сустава). Эти пациенты составили опытную группу с сочетанным выполнением операций АС и АМШ. В контрольной группе (67 пациентов) выполнялась только АС. Всем пациентам операции проводили после неэффективного консервативного лечения. При двустороннем поражении вмешательству подвергался сустав с более выраженным болевым синдромом. Выполнение АС, устройство артротомического имплантата, проведение АМШ, ведение пациентов в постоперационном периоде представлены ранее [6].

В табл. 1 приведены основные клинико-демографические данные пациентов в группах. Показатели близки по соотношению полов, возрасту и значению индекса массы тела, но отмечалось превышение длительности заболевания, большая доля пациентов с двусторонним поражением суставов и преобладание более тяжелых стадий заболевания в группе с АМШ. Клинико-рентгенологическую стадию поражения коленного сустава оценивали согласно Н.С. Косинской [7].

В ходе АС проводили частичную менискэктомию (или менискэктомию), тотальных удалений или сшивания менисков при их разрывах не выполняли. Проводили также ограниченный дебридмент пораженных участков суставной поверхности, удаление свободных хондромных тел и частичные иссечения синовиальной оболочки в участках ее гиперплазии или в целях локальной визуализации.

Состояние пораженных суставов определяли при клинических осмотрах и путем телефонного анкетирования по балльным индексам Lequesne и WOMAC [8, 9]. Дополнительно выявляли влияние АМШ на потребность пациентов в постоянном применении нестероидных противовоспалительных препаратов (НПВП)

Таблица 1. Клинико-демографические данные пациентов

Table 1. Clinical and demographic data of patients

Показатель	Контрольная группа	Группа с артротомическим шунтированием	p	
Количество пациентов/операций	67/67	80/90	–	
Мужчины/женщины (%)	13/54 (21/79)	14/66 (18/82)	0,767 <sup>1</sup>	
Средний возраст, годы	59,6±1,0	62,0±0,9	0,076 <sup>2</sup>	
Индекс массы тела, кг/м <sup>2</sup>	32,6±0,7	32,7±0,6	0,914 <sup>2</sup>	
Длительность заболевания, годы	2,1±0,3	5,9±0,5	<0,001 <sup>2</sup>	
Двустороннее поражение	16 (24%)	47 (59%)	<0,001 <sup>1</sup>	
Распределение пациентов/ операций по клинико-рентгенологической стадии остеоартроза	I–II	8 (12%)	3 (3%)	0,055 <sup>3</sup>
	II	38 (57%)	21 (23%)	<0,001 <sup>1</sup>
	II–III	13 (19%)	32 (36%)	0,027 <sup>1</sup>
	III	8 (12%)	34 (38%)	<0,001 <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Критерий  $\chi^2$  Пирсона; <sup>2</sup>t-критерий Стьюдента; <sup>3</sup>точный критерий Фишера.

<sup>1</sup>Pearson's  $\chi^2$  test; <sup>2</sup>Student's t-test; <sup>3</sup>Fisher's exact test.



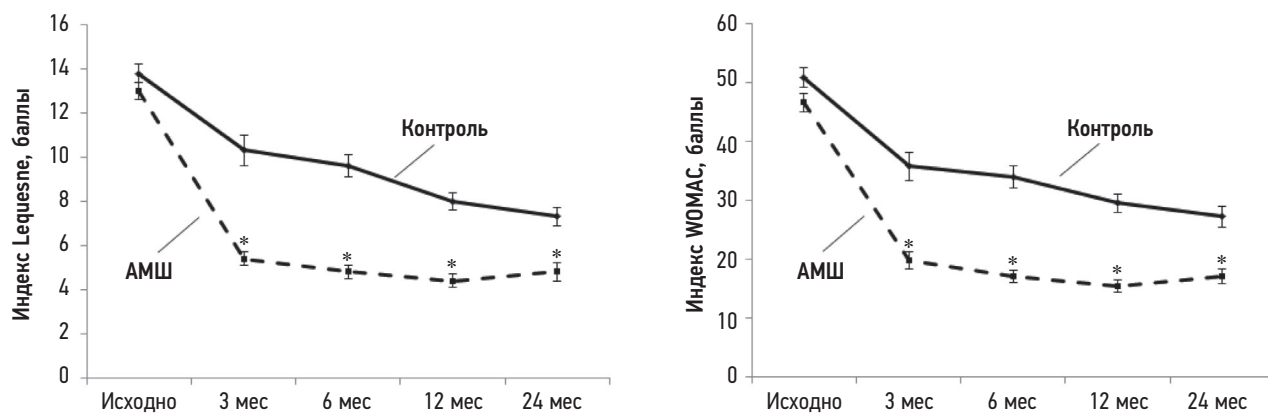


Рис. 1. Динамика индекса Lequesne (a) и индекса WOMAC (b) в контрольной и опытной группе. \*Достоверность различий с контролем,  $p < 0,001$

Fig. 1. Dynamics of the Lequesne index (a) and the WOMAC index (b) in the control and study groups. \*AMB vs control,  $p < 0.001$

согласно работе [6]. Оценку лечения в группах проводили согласно предложенной в индексе WOMAC балльной градации результатов [0–14 баллов — отлично; 15–28 — хорошо; 29–38 — удовлетворительно (посредственно); более 38 баллов — неудовлетворительно]. Данные в группах представлены как средние значения со стандартной ошибкой среднего, различия между ними выявляли с помощью  $t$ -критерия Стьюдента. Различия по бинарным показателям (частотам) оценивали по критерию  $\chi^2$  (четырёхпольная таблица) и точному критерию Фишера.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

При оценке состояния пораженных суставов по индексу Lequesne в группе с шунтированием на сроке 3 мес отмечалось выраженное снижение исходного показателя, равного от 13,1 до 5,3 балла, и его сохранение на сниженном уровне в течение 2 лет со значением, равным 4,8 балла (рис. 1, a). После шунтирования суставов снижение индекса Lequesne статистически значимо превышало выраженность лечебного эффекта по сравнению с контрольной группой на всех указанных сроках. Аналогичный характер наблюдается и при оценке динамики суммарной шкалы индекса WOMAC. В группе с АМШ также обнаружено значительное снижение данного показателя с исходного значения 46,9 баллов уже после 3 мес операции и его сохранение на достигнутом сниженном уровне, равном 17,1 баллов, через 2 года наблюдения (рис. 1, b). Снижение этого показателя при шунтировании, как и при оценке индекса Lequesne, достоверно превышает таковое в контрольной группе ( $p < 0,001$ ).

Следует обратить внимание на изменения отдельных симптомов, анализируемых в индексе WOMAC (рис. 2). Так, в контрольной группе показатели скованности и ночных болей в баллах в пораженном суставе снизились на 46 и 50%, тогда как при шунтировании наблюдалось

достоверно более выраженное снижение данных показателей на 82 и 88% соответственно ( $p < 0,001$ ).

Наряду с оценкой выраженности указанных симптомов также определено влияние лечения на количество пациентов, отмечающих отсутствие этих симптомов (табл. 2). До операции в обеих группах не испытывали проблем со скованностью сустава лишь 3–5% пациентов. После операции в контрольной группе через 24 мес доля таких пациентов возросла до 22%, тогда как при шунтировании 65% больных не предъявляли жалоб по этому поводу. При практически равных до операции долях пациентов с ночными болями в группах, составляющих 12–14%, после вмешательства у 86% пациентов с АМШ полностью отсутствуют ночные боли против 37% в контроле.

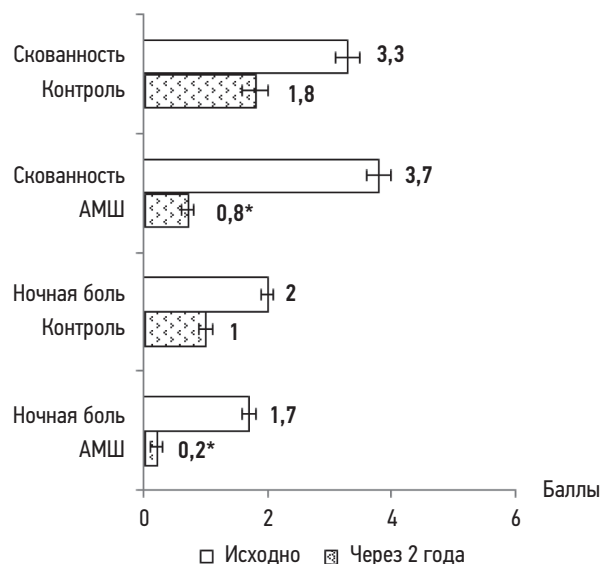


Рис. 2. Влияние артроредукционного шунтирования (АМШ) на выраженность скованности и интенсивность ночных болей в коленном суставе. \*Достоверность различий с контролем,  $p < 0,001$

Fig. 2. The effect of AMB on the severity of stiffness and the intensity of nocturnal knee pain. \*AMB vs control,  $p < 0.001$

**Таблица 2.** Влияние артротомического шунтирования на наличие скованности, ночной боли в суставах и потребность в приеме нестероидных противовоспалительных препаратов**Table 2.** The effect of AMB on the presence of stiffness, nocturnal joint pain and the need for taking NSAID

Показатели	Этап наблюдения	Контроль	Артротомическое шунтирование	<i>p</i>
Доля пациентов без скованности сустава	До операции	5% (3/65)	3% (3/88)	0,699 <sup>1</sup>
	Через 24 мес	22% (13/59)	65% (53/81)	<0,001 <sup>2</sup>
Доля пациентов без ночной боли в суставе	До операции	14% (9/65)	12% (11/88)	0,999 <sup>2</sup>
	Через 24 мес	37% (22/59)	86% (70/81)	<0,001 <sup>2</sup>
Доля пациентов, нуждающихся в нестероидных противовоспалительных препаратах	До операции	62% (30/48)	91% (79/87)	<0,001 <sup>2</sup>
	Через 24 мес	46% (26/57)	13% (10/79)	<0,001 <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Точный критерий Фишера; <sup>2</sup>критерий  $\chi^2$  Пирсона.

<sup>1</sup>Fisher's exact test; <sup>2</sup>Pearson's  $\chi^2$ -test.

Весьма показательной стала оценка регулярности приема НПВП. До операции в группе с последующим шунтированием сустава (более тяжелой, чем в контроле, табл. 1) 91% пациентов нуждались в постоянном приеме НПВП, что существенно больше, чем в контрольной группе (62% пациентов). Через 2 года после шунтирования количество пациентов, которые использовали НПВП, снизилось до 13%, тогда как в контрольной группе отмечалось незначительное снижение этого показателя до 46%.

О благоприятном влиянии АМШ указывает и серия из 10 операций двустороннего шунтирования у пациентов, пожелавших провести данную операцию и на втором пораженном суставе. Операции на контралатеральном суставе проведены в среднем через  $4,0 \pm 1,4$  мес (размах 0–14 мес) после первого шунтирования. Полученные в этой серии значения индексов подобны таковым при шунтировании первого сустава. Так, у этих пациентов значения индекса Lequesne до операции, равные для первого и второго сустава  $13,2 \pm 1,6$  и  $11,9 \pm 1,0$  балла, через 2 года после шунтирования снизились до значений  $5,1 \pm 1,2$  и  $6,0 \pm 1,6$  балла соответственно.

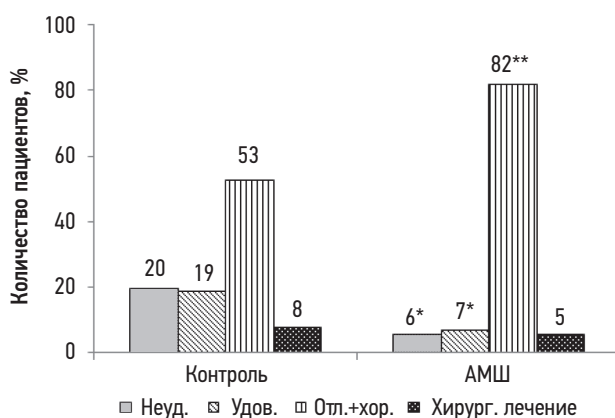
Через 2 года после хирургического вмешательства проведена оценка лечения в контрольной и опытной группах по указанной балльной градации результатов индекса WOMAC, включая случаи дальнейшего хирургического лечения суставов (рис. 3).

На этом сроке в контрольной группе оценены результаты 64 операций и результаты 85 случаев шунтирования суставов, что составляет 96 и 94% операций в группах соответственно. На рис. 3 видно, что при шунтировании процент операций с неудовлетворительными и посредственными результатами снижен в среднем в 3 раза, а процент случаев с хорошими и отличными результатами выше на 29% по сравнению с контрольной группой. В контроле в среднем через 10 мес отмечено 5 случаев дальнейшего хирургического лечения (4 замены сустава, 1 операция АМШ). В группе с АМШ в среднем

через 17 мес выполнено 4 хирургических вмешательства (3 замены суставов, 1 удаление имплантата).

## ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящей работе установлено, что достигнутое через 3 мес после АМШ значительное улучшение состояния суставов сохранялось до 24 мес. Эти пациенты в большинстве своем имели длительное течение и выраженную стадию заболевания, но отказывались от перспективы замены сустава. Несколько менее выраженные исходные показатели индексов в группе с шунтированием выявлены на фоне постоянного приема почти всеми пациентами таблетированных НПВП, что достоверно превышало долю пациентов, нуждающихся в приеме этих препаратов в контроле. Прием болеутоляющих средств — важный фактор в оценке результатов лечения, который может снижать проявления тяжести заболевания и способен исказить наблюдаемую эффективность собственно



**Рис. 3.** Результаты лечения через 2 года в контрольной и опытной группе. Достоверность различий с контролем: \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,001$ . АМШ — артротомическое шунтирование

**Fig. 3.** Results of treatment after 2 years in the control and study groups. AMB vs control: \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,001$

хирургического лечения [10]. Что же касается контрольной группы, то сформировать ее, соответствующую группе с шунтированием по продолжительности заболевания и стадии гонартроза и ограничиться выполнением в ней только АС, сочтено неприемлемым из-за тяжести состояния суставов. В этой группе по показаниям была проведена обычная артроскопическая обработка коленного сустава и ее составили пациенты с менее выраженным поражением суставов. Тем не менее по сравнению с ней в группе с АМШ, на фоне отказа подавляющей части шунтированных пациентов от приема НПВП, через 2 года в большинстве своем получены более благоприятные результаты. Следует отметить, что в контрольной группе, почти половина пациентов, к тому же, продолжала нуждаться в приеме НПВП.

Выявленное благоприятное влияние шунтирования может существенно улучшить незначительный лечебный эффект АС при гонартрозе у пожилых пациентов. Так, в работе [11] установлено лишь невыраженное и относительно кратковременное (3–6 мес) улучшение состояния пораженного сустава после АС у лиц пожилого и старческого возраста. Для максимизации эффекта артроскопии рекомендовано проведение последующей усиленной реабилитационной программы [12]. Не исключая важность этого этапа лечения, следует подчеркнуть, что сочетанное выполнение АС и АМШ суставов обеспечивало быстрый действенный эффект уже собственно оперативного вмешательства.

Показательно, что при таком значительном улучшении состояния прооперированного сочленения пациенты выразили желание также шунтировать пораженный контралатеральный сустав. Данные этой, пока незначительной подгруппы пациентов свидетельствуют, что выполнение этой операции на контралатеральном коленном суставе сопоставимо по результатам с шунтированием первого сустава. Важно и то, что применять в таких случаях АМШ, ввиду его относительной простоты и малоинвазивности, можно достаточно быстро (в настоящей работе в среднем через 4 мес) после операции на первом суставе. Случаи двустороннего шунтирования свидетельствуют о востребованности данного вмешательства и о возможности его проведения без значительного временного разрыва между этими операциями.

В контексте применения АМШ, а именно обеспечение поступления собственного костного мозга пациентов, обладающего смазочными свойствами, в пораженный сустав, значительны изменения в выраженности и наличии тугоподвижности пораженного сочленения. При шунтировании балльный показатель тугоподвижности сустава существенно лучше, чем в контрольной группе и приведенного в работе [1] снижения тугоподвижности через 2 года после АС на 22%. Достоверно и трехкратное превышение по сравнению с контролем доли пациентов с шунтированием сустава, заявляющих

об отсутствии этого симптома. Показательно также многократное снижение при АМШ выраженности ночных болей (рис. 2) и более чем двукратный рост количества пациентов, не испытывающих их (86% против 37% в контроле). Известно, что пациенты с гонартрозом имеют повышенное внутрикостное давление в образующих сочленение костях, что в значительной степени обуславливает наличие ночных болей и болей в суставах в покое [13]. Субхондральная спицевая туннелизация мышечков приводит к снижению внутрикостного давления и уменьшению или исчезновению боли в коленном суставе [14]. Полагаем, что длительный обезболивающий эффект шунтирования связан со снижением повышенного давления в прилегающей бедренной кости, обусловленного оттоком внутрикостного содержимого в полость сустава, то есть возможным декомпрессионным действием шунтирования.

Необходимо отметить, что продолжительное устранение болевого синдрома при шунтировании является его дополнительным благоприятным эффектом, уменьшающим риск возникновения осложнений, связанных с длительным применением НПВП, при гонартрозе [15]. В пользу этого свидетельствуют данные, что при шунтировании доля пациентов, которые не нуждались в приеме НПВП, снижалась на 78% исходного уровня, против 16% в контрольной группе.

По поводу опасений о возможном ухудшении течения ОА при выполнении АМШ, как это указывалось в отношении последствий применения АС [3, 16], можно отметить следующее. Полученные к этому сроку результаты свидетельствуют, что проведение АМШ не предрасполагало к увеличению числа случаев дальнейшего хирургического лечения, поскольку их число близко в контрольной и опытной группах и составляло 8 и 5% соответственно. К тому же в группе с АМШ средний срок до проведения последующих операций был в 1,7 раза продолжительнее по сравнению с контрольной группой, свидетельствуя в пользу достижения более длительного лечебного эффекта при шунтировании.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сочетанное проведение АС и АМШ существенно улучшает состояние пораженных коленных суставов. Относительная простота, малоинвазивность и быстрый длительный эффект указывают на целесообразность выполнения шунтирования суставов до применения более инвазивных хирургических вмешательств. Сочетанное использование АМШ и АС способно в преобладающем числе случаев не менее чем на двухлетний срок улучшить подвижность и функционирование суставов, уменьшить суставную боль, снизить зависимость от болеутоляющих препаратов и тем самым ощутимо облегчить тяжесть заболевания.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ / ADDITIONAL INFO

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

**Author contribution.** Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work,

final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

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

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

**Источник финансирования.** Работа выполнена при поддержке государственного бюджетного финансирования (Протокол клинической апробации № 2016-8-1).

**Funding source.** This work supported by the state budget funding (Protocol of clinical approbation No. 2016-8-1).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Kirkley A., Birmingham T.B., Litchfield R.B., et al. A randomized trial of arthroscopic surgery for osteoarthritis of the knee // *N Engl J Med.* 2008. Vol. 359, N 11. P. 1097–1107. doi: 10.1056/NEJMoa0708333
- Sihvonen R., Paavola M., Malmivaara A., et al. Arthroscopic partial meniscectomy versus sham surgery for a degenerative meniscal tear // *N Engl J Med.* 2013. Vol. 369, N 26. P. 2515–2524. doi: 10.1056/NEJMoa1305189
- Papalia R., Del Buono A., Osti L., et al. Meniscectomy as a risk factor for knee osteoarthritis: a systematic review // *Br Med Bull.* 2011. Vol. 99. P. 89–106. doi: 10.1093/bmb/ldq043
- Hawker G., Guan J., Judge A., Dieppe P. Knee arthroscopy in England and Ontario: patterns of use, changes over time, and relationship to total knee replacement // *J Bone Joint Surg Am.* 2008. Vol. 90. P. 2337–2345. doi: 10.2106/JBJS.G.01671
- Kim S., Bosque J., Meehan J.P., et al. Increase in outpatient knee arthroscopy in the united states: a comparison of national surveys of ambulatory surgery, 1996 and 2006 // *J Bone Joint Surg Am.* 2011. Vol. 93, N 11. P. 994–1000. doi: 10.2106/JBJS.I.01618
- Татаренков В.И., Максимов С.М., Булгаков В.Г., и др. Ближайшие результаты клинического применения артро-медуллярного шунтирования при дегенеративно-дистрофических заболеваниях коленного сустава // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2015. № 4. С. 32–38. doi: 10.17816/vto201522432-38
- Косинская Н.С., Рохлин Д.Г. Рабочая классификация и общая характеристика поражений костно-суставного аппарата. Л.: Медицина, 1961.
- Lequesne M.G., Mery C., Samson M., Gerard P. Indexes of severity for osteoarthritis of the hip and knee. Validation – value in comparison with other assessment tests // *Scand J Rheumatol Suppl.* 1987. Vol. 65. P. 85–89. doi: 10.3109/03009748709102182
- Иржанский А.А., Куляба Т.А., Корнилов Н.Н. Валидация и культурная адаптация шкал оценки исходов заболеваний, повреждений и результатов лечения коленного сустава WOMAC, KSS и FJS-12 // *Травматология и ортопедия России.* 2018. Т. 24, № 2. С. 70–79. doi: 10.21823/2311-2905-2018-24-2-70-79
- Karpinski K., Müller-Rath R., Niemeyer P., et al. Subgroups of patients with osteoarthritis and medial meniscus tear or crystal arthropathy benefit from arthroscopic treatment // *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2019. Vol. 27, N 3. P. 782–796. doi: 10.1007/s00167-018-5086-0
- Thorlund J.B., Juhl C.B., Roos E.M., Lohmander L.S. Arthroscopic surgery for degenerative knee: systematic review and meta-analysis of benefits and harms // *Br J Sports Med.* 2015. Vol. 49, N 19. P. 1229–1235. doi: 10.1136/bjsports-2015-h2747rep
- Steadman J.R., Briggs K.K., Matheny L.M., Ellis H.B. Ten-year survivorship after knee arthroscopy in patients with kellgren-lawrence grade 3 and grade 4 osteoarthritis of the knee // *Arthroscopy.* 2013. Vol. 29, N 2. P. 220–225. doi: 10.1016/j.arthro.2012.08.018
- Шевцов В.И., Макушин В.Д., Чегуров О.К., Гордиевских Н.И. Внутрикостная гипертензия — ведущий фактор болевого синдрома при гонартрозе // *Гений ортопедии.* 2006. № 3. С. 5–10.
- Pedersen M.S., Moghaddam A.Z., Bak K., Koch J.S. The effect of bone drilling on pain in gonarthrosis // *Int Orthop.* 1995. Vol. 19, N 1. P. 12–15. doi: 10.1007/BF00184908
- Алексеева Л.И., Таскина Е.А., Кашеварова Н.Г., и др. Остеоартрит коленных суставов и метаболический синдром: новые подходы к терапии // *Научно-практическая ревматология.* 2018. Т. 56, № 2. С. 157–163. doi: 10.14412/1995-4484-2018-157-163
- Eichinger M., Schocke M., Hoser C., et al. Changes in articular cartilage following arthroscopic partial medial meniscectomy // *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015. Vol. 24, N 5. P. 1440–1447. doi: 10.1007/s00167-015-3542-7

## REFERENCES

- Kirkley A, Birmingham TB, Litchfield RB, et al. A randomized trial of arthroscopic surgery for osteoarthritis of the knee. *N Engl J Med.* 2008;359(11):1097–1107. doi: 10.1056/NEJMoa0708333
- Sihvonen R, Paavola M, Malmivaara A, et al. Arthroscopic partial meniscectomy versus sham surgery for a degenerative meniscal tear. *N Engl J Med.* 2013;369(26):2515–2524. doi: 10.1056/NEJMoa1305189
- Papalia R, Del Buono A, Osti L, et al. Meniscectomy as a risk factor for knee osteoarthritis: a systematic review. *Br Med Bull.* 2011;99:89–106. doi: 10.1093/bmb/ldq043
- Hawker G, Guan J, Judge A, Dieppe P. Knee arthroscopy in England and Ontario: patterns of use, changes over time, and relationship to total knee replacement. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90:2337–2345. doi: 10.2106/JBJS.G.01671

5. Kim S, Bosque J, Meehan JP, et al. Increase in outpatient knee arthroscopy in the united states: a comparison of national surveys of ambulatory surgery, 1996 and 2006. *J Bone Joint Surg Am.* 2011;93(11):994–1000. doi: 10.2106/JBJS.I.01618
6. Tatarenkov VI, Maksimov SM, Bulgakov VG, et al. Early results of clinical use of arthromedullary shunting in degenerative dystrophic knee joint diseases. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova.* 2015;(4):32–38. (In Russ). doi: 10.17816/vto201522432-38
7. Kosinskaya NS, Rokhlin DG. *Rabochaya klassifikatsiya i obshchaya kharakteristika porazhenii kostno-sustavnogo apparata.* Leningrad, Meditsina; 1961. (In Russ).
8. Lequesne MG, Mery C, Samson M, Gerard P. Indexes of severity for osteoarthritis of the hip and knee. Validation – value in comparison with other assessment tests. *Scand J Rheumatol Suppl.* 1987;65:85–89. doi: 10.3109/03009748709102182
9. Irzhanski AA, Kulyaba TA, Kornilov NN. Validation and cross-cultural adaptation of rating systems WOMAC, KSS and FJS-12 in patients with knee disorders and injuries. *Traumatology and orthopedics of Russia.* 2018;24(2):70–79. (In Russ). doi: 10.21823/2311-2905-2018-24-2-70-79
10. Karpinski K, Müller-Rath R, Niemyer P, et al. Subgroups of patients with osteoarthritis and medial meniscus tear or crystal arthropathy benefit from arthroscopic treatment. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2019;27(3):782–796. doi: 10.1007/s00167-018-5086-0
11. Thorlund JB, Juhl CB, Roos EM, Lohmander LS. Arthroscopic surgery for degenerative knee: systematic review and meta-analysis of benefits and harms. *Br J Sports Med.* 2015;49(19):1229–1235. doi: 10.1136/bjsports-2015-h2747rep
12. Steadman JR, Briggs KK, Matheny LM, Ellis HB. Ten-year survivorship after knee arthroscopy in patients with kellgren-lawrence grade 3 and grade 4 osteoarthritis of the knee. *Arthroscopy.* 2013;29(2):220–225. doi: 10.1016/j.arthro.2012.08.018
13. Shevtsov VI, Makushin VD, Chegourov OK, Gordiyevskikh NI. Intraosseous hypertension is a key factor of pain syndrome in gonarthrosis. *Genii Ortopedii.* 2006;(3):5–10. (In Russ).
14. Pedersen MS, Moghaddam AZ, Bak K, Koch JS. The effect of bone drilling on pain in gonarthrosis. *Int Orthop.* 1995;19(1):12–15. doi: 10.1007/BF00184908
15. Alekseeva LI, Taskina EA, Kashevarova NG, et al. Knee osteoarthritis and metabolic syndrome: new approaches to therapy. *Scientifical and practical rheumatology.* 2018;56(2):157–163. (In Russ). doi: 10.14412/1995-4484-2018-157-163
16. Eichinger M, Schocke M, Hoser C, et al. Changes in articular cartilage following arthroscopic partial medial meniscectomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;24(5):1440–1447. doi: 10.1007/s00167-015-3542-7

## ОБ АВТОРАХ

\***Валерий Георгиевич Булгаков**, канд. биол. наук; адрес: Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, д. 10; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2573-8231>; eLibrary SPIN: 1689-7240; e-mail: valb5@mail.ru.

**Валерий Иванович Татаренков**, канд. мед. наук; e-mail: valerytatarenkov@mail.ru.

**Николай Свиридович Гаврюшенко**, д-р техн. наук, профессор; eLibrary SPIN: 3335-6472; e-mail: testlabcito@mail.ru.

## AUTHORS INFO

\* **Valeriy G. Bulgakov**, PhD; address: 10, Priorova str., 127299, Moscow, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2573-8231>; eLibrary SPIN: 1689-7240; e-mail: valb5@mail.ru.

**Valeriy I. Tatarenkov**, PhD; e-mail: valerytatarenkov@mail.ru.

**Nikolay S. Gavruyshenko**, Dr. Sci. (Technology), Professor; eLibrary SPIN: 3335-6472; e-mail: testlabcito@mail.ru.

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author



DOI: <https://doi.org/10.17816/vto64589>

# Реверсивное эндопротезирование плечевого сустава при дефектах гленоида с использованием первично-ревизионного метаглена

Г.А. Кесян, Г.С. Карапетян, А.А. Шуйский\*, Р.З. Уразгильдеев,  
И.Г. Арсеньев, О.Г. Кесян, М.М. Шевнина

Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Москва, Россия

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Одним из методов оперативного лечения травм и заболеваний плечевого сустава, сопровождающихся выраженными изменениями анатомии суставных структур, является реверсивное эндопротезирование. Учитывая положительные стороны реверсивной артропластики показания данной операции расширяются с течением времени. Однако при данной операции возможны ошибки, которые приводят к раннему вывиху эндопротеза, компрессии метаглена к лопатке, нестабильности винтов и миграции лопаточного компонента. Учитывая отсутствие общепризнанного четкого алгоритма действий при данных сложных случаях, проблему реверсивного эндопротезирования плечевого сустава при дефектах суставной поверхности лопатки можно считать актуальной.

**Цель.** Разработать и оценить эффективность методики компенсации дефицита костной ткани лопатки при реверсивном эндопротезировании плечевого сустава.

**Материалы и методы.** В отделении ортопедии взрослых ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» производилось реверсивное эндопротезирование плечевого сустава пациентам с дефицитом костной массы лопатки, которым требовалось восполнение как краевых дефектов для установки метаглена с корректным углом наклона, так и замещение обширных дефектов с необходимым уровнем латерализации гленосферы.

**Результаты.** Проведено наблюдение за пациентами, которым производилось ремоделирование гленоида с использованием костной аутопластики и последующее реверсивное эндопротезирование в сроки от 6 до 24 мес. Определялось ремоделирование и остеоинтеграция трансплантатов, без признаков нестабильности метаглена уже к концу 3-го месяца после операции. Комплекс реабилитационных мероприятий и сроки восстановления движений в оперированном суставе не отличались от таковых при обычном реверсивном эндопротезировании.

**Выводы.** Учитывая высокую эффективность предлагаемого алгоритма, используемая методика компенсации дефицита костной ткани лопатки при реверсивном эндопротезировании плечевого сустава может быть рекомендована для внедрения в широкую клиническую практику.

**Ключевые слова:** реверсивное эндопротезирование; эндопротезирование плечевого сустава; гленоид; костная пластика.

## Как цитировать:

Кесян Г.А., Карапетян Г.С., Шуйский А.А., Уразгильдеев Р.З., Арсеньев И.Г., Кесян О.Г., Шевнина М.М. Реверсивное эндопротезирование плечевого сустава при дефектах гленоида с использованием первично-ревизионного метаглена // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2021. Т. 28, № 2. С. 13–20. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto64589>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto64589>

## Reverse shoulder arthroplasty in cases of glenoid defects using primary-revision metaglene

Gurgen A. Kesyan, Grigoriy S. Karapetyan, Artem A. Shuyskiy\*, Rashid Z. Urazgil'deev, Igor G. Arsen'ev, Ovsep G. Kesyan, Margarita M. Shevnina

N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia

### ABSTRACT

**BACKGROUND:** Reverse shoulder arthroplasty is one of the surgical treatment methods of the shoulder joint injuries and diseases accompanied by pronounced changes in the anatomy of the articular structures. Considering the positive aspects of reverse shoulder arthroplasty, the indications for this operation are expanding over time. However, during this operation, errors are possible that lead to early dislocation of the endoprosthesis, compression of the metaglene to the scapula, screw instability and migration of the scapular component. Given the lack of a generally recognized clear algorithm of actions in these complex cases, the problem of reversible shoulder arthroplasty in case of defects in the articular surface of the scapula are relevant.

**AIM:** To develop and evaluate the effectiveness of the method of compensating for the lack of bone tissue of the scapula in the reverse shoulder arthroplasty

**MATERIALS AND METHODS:** In the Department of Adult Orthopaedics of the N.N. Priorov National Research Medical Center, reverse shoulder arthroplasty was performed in patients with scapular bone mass deficiency, who needed to fill in both marginal defects for the installation of metaglene with the correct angle of inclination, and the replacement of extensive defects with the necessary level of glenosphere lateralization.

**RESULTS:** Follow-up of patients who underwent glenoid remodeling using bone autoplasty and subsequent shoulder reverse arthroplasty within a period of 6 to 24 months. Remodeling and osseointegration of the grafts were determined, without signs of metaglene instability by the end of the 3rd month after the operation. The complex of rehabilitation measures and the time of recovery of movements in the operated joint did not differ from those of conventional reverse arthroplasty.

**CONCLUSION:** Given the high efficiency of the proposed algorithm, the method used to compensate for the lack of bone tissue of the scapula in shoulder reverse arthroplasty can be recommended for implementation in a wide clinical practice.

**Keywords:** reverse arthroplasty; shoulder arthroplasty; glenoid; bone grafting.

### To cite this article:

Kesyan GA, Karapetyan GS, Shuyskiy AA, Urazgil'deev RZ, Arsen'ev IG, Kesyan OG, Shevnina MM. Reverse shoulder arthroplasty in cases of glenoid defects using primary-revision metaglene. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2021;28(2):13–20. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto64589>



## ВВЕДЕНИЕ

Одним из методов оперативного лечения травм и заболеваний плечевого сустава, сопровождающихся выраженными изменениями анатомии суставных структур, является реверсивное эндопротезирование [1]. Учитывая такие положительные стороны реверсивной артропластики, как смещение центра ротации сустава, улучшение натяжения и тонуса дельтовидной мышцы, показания данной операции расширяются с течением времени [2].

Согласно данным литературы в 38% случаев реверсивного эндопротезирования плечевого сустава при деформирующем или посттравматическом остеоартрозе, травматологи сталкиваются с дефицитом костной массы суставного отростка лопатки (рис. 1) [3, 4]. Данные субтотальные или тотальные дефекты гленоида составляют большую сложность для корректной установки лопаточных компонентов эндопротеза из-за трудностей интраоперационной дифференцировки истинной и ложной плоскости суставной поверхности.

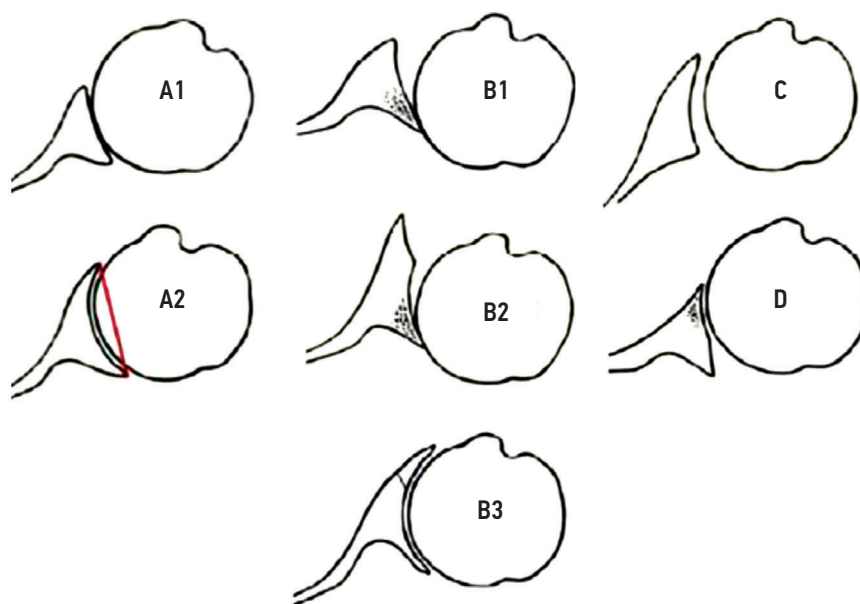
По данным литературы, для таких случаев созданы специальные направляющие инструменты, которые позволяют устанавливать метаглен в правильном положении по отношению к шейке лопатки [5]. В данных случаях недопустима медиализация гленосферы, а также нежелательно проведение ножки метаглена

и фиксирующих винтов через зону дефекта вне костной ткани. Эта ошибка приводит к раннему вывиху эндопротеза. Возможно также нарушение компрессии метаглена к лопатке, нестабильность винтов и миграция лопаточного компонента.

Известны способы нивелирования деформации суставной поверхности лопатки при помощи костной аутопластики из резецированной головки плеча или аллопластики, использования аугментов и модификации лопаточных компонентов эндопротеза [6]. Многие авторы указывают, что наиболее оптимальный костнопластический материал — губчатые аутооттрансплантаты, так как губчатая кость обладает высоким потенциалом для сращения и, соответственно, более выраженными остеогенными, остеоиндуктивными и остеоондуктивными свойствами [7, 8]. Учитывая отсутствие общепризнанного четкого алгоритма действий при данных сложных случаях, проблему реверсивного эндопротезирования плечевого сустава при дефектах суставной поверхности лопатки можно считать актуальной.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В отделении ортопедии взрослых ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» проведено реверсивное эндопротезирование плечевого сустава 6 пациентам с дефицитом



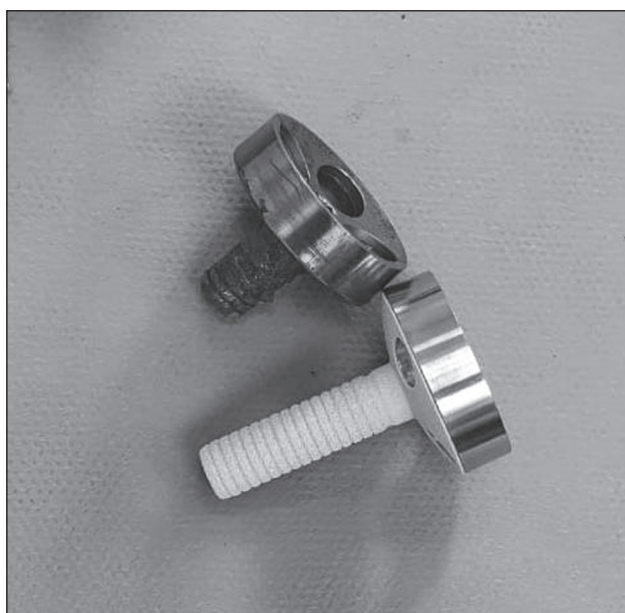
**Рис. 1.** Модифицированная классификация Walch дефектов гленоида при первичном плечелопаточном артрите. Тип А — центральная эрозия гленоида (A1 — минимальная эрозия; A2 — более значимая потеря костной ткани); тип В — задний подвывих головки плечевой кости (B1 — сужение суставной щели, субхондральный склероз и остеофиты; B2 — двояковогнутая форма гленоида в результате эрозии заднего края; B3 — эрозия заднего края с патологической ретроверсией); тип С — патологическая ретроверсия суставной поверхности лопатки; тип D — эрозия переднего края гленоида с подвывихом головки плечевой кости кпереди

**Fig. 1.** Walch modified classification of glenoid defects in primary shoulder arthritis. Type A — central erosion of the glenoid (A1 — minimal erosion,; A2 — more significant bone loss); type B — posterior subluxation of the humerus head (B1 — narrowing of the articular gap, subchondral sclerosis and osteophytes; B2 — biconcave form of the glenoid as a result of erosion of the posterior edge; B3 — erosion of the posterior edge with pathological retroversion); type C — pathological retroversion of the articular surface of the scapula; type D — erosion of the anterior edge of the glenoid with subluxation of the humerus head anteriorly

костной массы лопатки, которым для установки метаглена с корректным углом наклона и созданием необходимого уровня латерализации гленосферы требовалось восполнение как краевых (в 4 случаях), так и обширных костных дефектов (у 2 пациентов).

В плане предоперационной подготовки выполнено клиническое, рентгенологическое и инструментальное обследование пациента. Оценивали болевой синдром, объем движений в суставе, функциональное состояние дельтовидной мышцы. Получены рентгенограммы плечевого сустава в двух проекциях, а также данные мультиспиральной компьютерной томографии (КТ) плечевого сустава с визуализацией суставного отростка лопатки и трехмерным моделированием. Именно на основании выполненной КТ оценивали объем предполагаемой реконструкции суставного отростка лопатки, которая могла быть в нескольких вариантах.

При краевых дефектах суставной поверхности лопатки без медиализации всей ее поверхности нами проводилась их костная аутопластика, фиксация трансплантата с последующим эндопротезированием. Пластику краевых дефектов гленоида выполняли следующим образом. После хирургического доступа к плечевому суставу, производили скелетирование суставной поверхности гленоида, удаляли рубцовые ткани, суставной хрящ. В дополнение к предоперационному планированию на основании КТ с трехмерным моделированием проводили визуальную, мануальную и инструментальную оценку параметров дефекта и величины потери костной массы суставной поверхности лопатки. Далее делали разрез кожи и подкожно-жировой клетчатки в проекции гребня подвздошной кости. Тупо отсепаровывали мышечные волокна, визуализировалась поверхность подвздошной кости, остеотомом выполняли забор костного аутоотрансплантата необходимой величины. Производили гемостаз с послойным ушиванием раны. Моделировали трансплантат специальными инструментами. После воссоздания согласно характеру дефекта формы трансплантата его имплантировали в зону дефекта. Выполняли остеосинтез трансплантата канюлированными металлическими или биорезорбируемыми винтами. Метаглен устанавливали с учетом угла наклона сформированного суставного отростка лопатки и биомеханических данных пациента (таких как наличие кифоза грудного отдела позвоночника и др.). Достигалась компрессия и плотное прилегание поверхностей всех элементов системы лопатка – трансплантат – метаглен по отношению друг к другу без формирования «зазоров» и пустых пространств. Далее метаглен фиксировали винтами, причем принципиальным было проведение винтов необходимой длины в тело лопатки для обеспечения компрессии аутоотрансплантата, его стабильности, перестройки и последующей консолидации с костной тканью лопатки. Даже при отсутствии выраженной медиализации метаглена и замещении небольших дефектов целесообразно



**Рис. 2.** Стандартный метаглен и ревизионный метаглен с длинной ножкой

**Fig. 2.** Standard metaglene and revision metaglene with a long peg

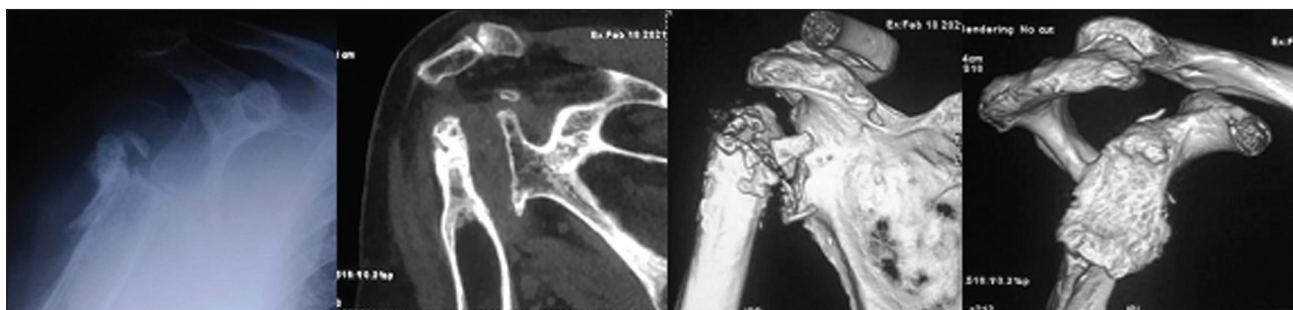
выбирать ревизионные метаглены с удлиненной ножкой для их более стабильной фиксации (рис. 2). Основопологающим является попадание длинной ножки метаглена в тело лопатки.

При наличии массивного дефицита костной массы гленоида и медиализации костной площадки для имплантации метаглена требуется аутопластика трансплантатом значительного размера. При этом случае, удлиненная ножка метаглена проводится в лопатку через центр трансплантата. После хирургического доступа к плечевому суставу производили удаление рубцовых тканей, обработку суставной поверхности лопатки фрезой. Согласно предоперационному планированию и интраоперационной картине рассчитывали толщину трансплантата для необходимой латерализации суставной поверхности лопатки. Делали разрез кожи и подкожно-жировой клетчатки в проекции гребня подвздошной кости. Тупо отсепаровывали мышечные волокна, визуализировалась поверхность подвздошной кости, остеотомом выполняли забор костного аутоотрансплантата. Производился гемостаз, ушивание раны. Моделировали трансплантат, выполняли аутопластику трансплантатом значительного размера для латерализации метаглена. Причем установку трансплантата производили по направляющей спице, по которой через трансплантат рассверливали канал ножки метаглена. Метаглен устанавливали через центр аутоотрансплантата в шейку и тело лопатки с учетом угла наклона суставного отростка и биомеханическими данными пациента. Достигалась компрессия и плотное прилегание поверхностей всех элементов системы лопатка – трансплантат – метаглен по отношению друг к другу на удлиненной ножке

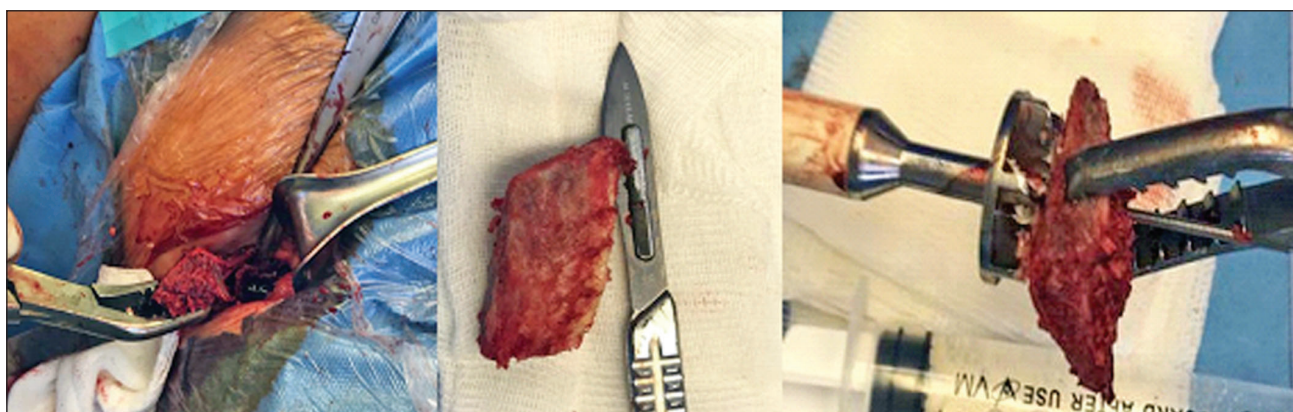




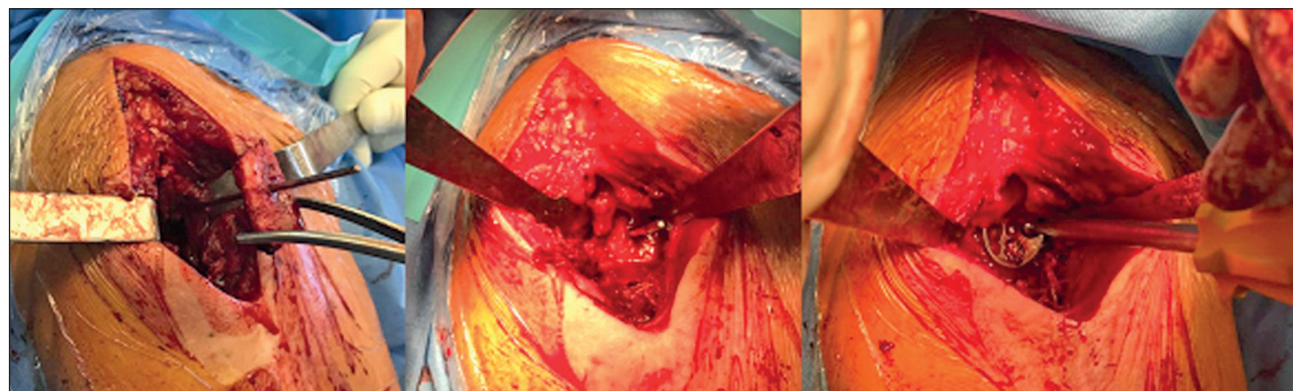
**Рис. 3.** Внешний вид пациента С., гипертрофия дельтовидной мышцы, ограничение объема движений в плечевом суставе  
**Fig. 3.** Appearance of patient S., hypertrophy of the deltoid muscle, limited range of motion in the shoulder joint.



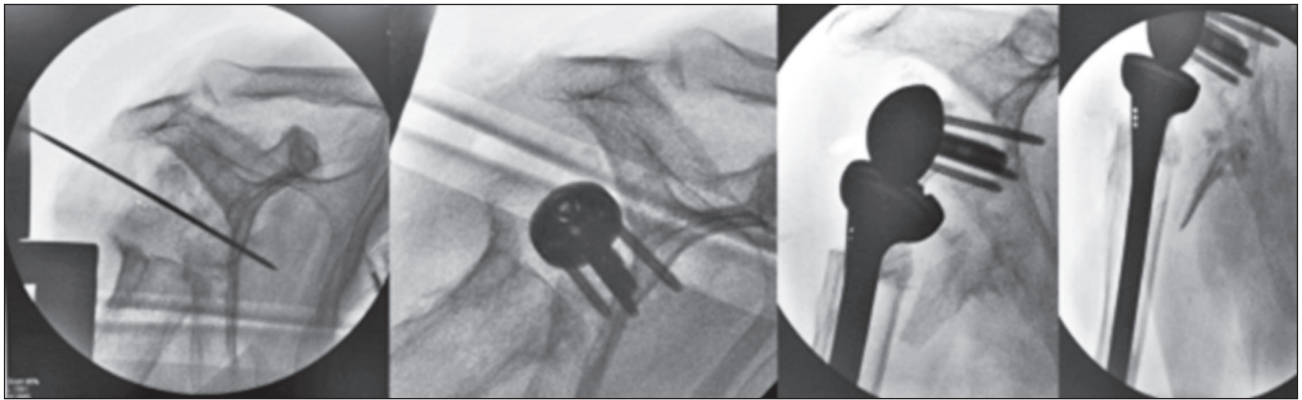
**Рис. 4.** Пациент С., 75 лет. Рентгенологическая картина  
**Fig. 4.** Patient S., 75 years old. X-ray picture



**Рис. 5.** Забор, моделирование, обработка аутографта  
**Fig. 5.** Autograft sampling, modeling, and processing



**Рис. 6.** Имплантация трансплантата по спице, установка метаглена  
**Fig. 6.** Needle graft implantation, metaglene insertion



**Рис. 7.** поэтапный интраоперационный рентген-контроль  
**Fig. 7.** Step-by-step intraoperative X-ray control

метаглена без формирования «зазоров» и пустых пространств. Далее метаглен фиксировали винтами, причем принципиальным было проведение винтов необходимой длины через костный трансплантат в тело лопатки для обеспечения его компрессии, стабильности, ремоделирования и последующей консолидации с костной тканью.

### Клинический пример

Пациент С., 75 лет, обратился в отделение ортопедии взрослых ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» с жалобами на боли и нарушение функции правого плечевого сустава. Клинически — выраженное ограничение объема движений, болевой синдром, умеренная гипотрофия дельтовидной мышцы (рис. 3).

В анамнезе: огнестрельное ранение области правого плечевого сустава более 15 лет назад, неоднократные реконструктивные операции на плечевом суставе. По данным рентгенограмм и КТ — посттравматический артроз правого плечевого сустава с выраженным «износом» и медиализацией гленоида, дефект проксимального отдела плечевой кости (рис. 4).

Выполнено реверсивное эндопротезирование плечевого сустава с замещением значительного костного дефекта гленоида трансплантатом из гребня подвздошной кости по выше описанной методике (рис. 5, 6).

Все этапы операции должны проходить под контролем электронно-оптического преобразователя (рис. 7).

В послеоперационном периоде производилась съемная для реабилитационных мероприятий внешняя иммобилизация оперированной конечности ортезом. Проведен курс реабилитации, который включал механотерапию и электростимуляцию дельтовидной мышцы на ранних сроках после операции.

### РЕЗУЛЬТАТЫ

Проведено наблюдение за пациентами, которым производилась костная аутопластика гленоида

и последующее реверсивное эндопротезирование в сроки от 6 до 24 мес. Получены хорошие клинические, рентгенологические и функциональные результаты. Раны оперированных пациентов зажили первичным натяжением, послеоперационных гематом, гнойно-воспалительных осложнений не было. Основным критерий — отсутствие вывихов эндопротеза у всех 6 пациентов на протяжении всего срока наблюдения. По данным компьютерной томографии определялось ремоделирование и остеоинтеграция трансплантатов, без признаков нестабильности метаглена и фиксирующих трансплантат винтов уже к концу 3-го месяца после операции. Комплекс реабилитационных мероприятий и сроки восстановления движений в оперированном суставе не отличались от таковых при обычном (без костной пластики) реверсивном эндопротезировании.

### ОБСУЖДЕНИЕ

При установке ревизионного лопаточного компонента реверсивного эндопротеза плечевого сустава на медиализированную суставную поверхность лопатки происходит медиализация гленосферы и изменение центра ротации сустава. Это приводит к осложнениям, связанным с нарушением центрации ножки протеза по отношению к гленосфере и отсутствием необходимого натяжения и тонуса дельтовидной мышцы. Данные нарушения биомеханики при реверсивном эндопротезировании приводят к вывихам плечевого компонента.

Гребень крыла подвздошной кости в качестве зоны забора трансплантата выбран нами с учетом того, что губчато-кортикальный трансплантат обладает необходимыми механическими свойствами, является оптимальным в плане репаративной регенерации и восстановления костной массы. При замещении значительных, медиализирующих гленоид дефектов, появляется возможность провести стабильную фиксацию губчато-кортикального трансплантата на ножке



метаглена с достаточной компрессией при помощи винтов. В подобных условиях губчатый трансплантат из резецированной головки плечевой кости обладает более податливой структурой и не обеспечивает необходимую механическую прочность для латерализации гленоида. Более того, зачастую на фоне гиповаскулярных и дегенеративно-дистрофических изменений, головка вовсе отсутствует. При некоторых заболеваниях и посттравматических изменениях проксимального отдела плечевой кости не удается произвести забор костной ткани и из этой зоны.

Решение проблемы дефицита костной массы гленоида при реконструктивных вмешательствах и эндопротезировании плечевого сустава, разработка четкого алгоритма действий в зависимости от формы и объема дефекта имеет большую практическую значимость. По нашему опыту в большинстве случаев причиной нестабильности метаглена и вывихов эндопротеза была некорректная установка лопаточного компонента с нарушением угла установки и офсета гленосферы. Учитывая высокую эффективность предлагаемого алгоритма, используемая методика компенсации дефицита костной ткани лопатки при реверсивном эндопротезировании плечевого сустава может быть рекомендована для внедрения в широкую клиническую практику.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Frankle M., Marberry S., Pupello D., editors. Reverse shoulder arthroplasty. Cham : Springer, 2016. 486 p. doi: 10.1007/978-3-319-20840-4
2. Кесян Г.А., Уразгильдеев Р.З., Карапетян Г.С., и др. Реверсивное эндопротезирование плечевого сустава в сложных клинических случаях // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. 2019. Т. 18, № 4. С. 111–120.
3. Formaini N.T., Everding N.G., Levy J.C., et al. The effect of glenoid bone loss on reverse shoulder arthroplasty baseplate fixation // *J Shoulder Elbow Surg.* 2015. Vol. 24, N 11. P. e312–319. doi: 10.1016/j.jse.2015.05.045
4. Kyriacou S., Khan S., Falworth M. The management of glenoid bone loss in shoulder arthroplasty // *J Shoulder Elbow Surg.* 2019. Vol. 6, N 1. P. 21–30. doi: 10.1016/j.jajs.2018.12.001
5. Патент РФ на изобретение № 2569531/ 27.11.15. Бюл. № 33. Грегори Т.М.С. Устройство эндопротезирования плечевого сустава.

## REFERENCES

1. Frankle M., Marberry S., Pupello D., editors. Reverse shoulder arthroplasty. Cham: Springer; 2016. 486 p. doi: 10.1007/978-3-319-20840-4
2. Kesyana GA, Urazgil'deev RZ, Karapetyan GS, et al. Reverse shoulder arthroplasty in difficult clinical cases. *Vestnik Smolenskoi gosudarstvennoy meditsinskoi akademii.* 2019;18(4):111–120. (In Russ).

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ / ADDITIONAL INFO

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

**Author contribution.** Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

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

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

**Источник финансирования.** Не указан.

**Funding source.** Not specified.

**Информированное согласие на публикацию.** Авторы получили письменное согласие законных представителей пациента на публикацию медицинских данных и фотографий.

**Consent for publication.** Written consent was obtained from the patient for publication of relevant medical information and all of accompanying images within the manuscript.

6. Seidl A.J., Williams G.R., Boileau P. Challenges in reverse shoulder arthroplasty: addressing glenoid bone loss // *Orthopaedics.* 2016. Vol. 39, N 1. P. 14–23. doi: 10.3928/01477447-20160111-01
7. Анастасиева Е.А., Садовой М.А., Воропаева А.А., Кирилова И.А. Использование ауто- и аллотрансплантатов для замещения костных дефектов при резекциях опухолей костей (обзор литературы) // *Травматология и ортопедия России.* 2017. Т. 23, № 3. С. 148–155. doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-3-148-155
8. Берченко Г.Н., Кесян Г.А., Уразгильдеев Р.З., и др. Сравнительное экспериментально-морфологическое исследование влияния некоторых используемых в травматолого-ортопедической практике кальцийфосфатных материалов на активизацию репаративного остеогенеза // *Бюллетень ВШЦ СО РАМН.* 2006. № 4. С. 327–332.

3. Formaini NT, Everding NG, Levy JC, et al. The effect of glenoid bone loss on reverse shoulder arthroplasty baseplate fixation. *J Shoulder Elbow Surg.* 2015;24(11):e312–319. doi: 10.1016/j.jse.2015.05.045
4. Kyriacou S, Khan S, Falworth M. The management of glenoid bone loss in shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* 2019;6(1):21–30. doi: 10.1016/j.jajs.2018.12.001

5. Patent RUS № 2569531/ 27.11.2015. Byul. №333. Gregori TMS. *Ustroistvo endoprotezirovaniya plechevogo sustava*.
6. Seidl AJ, Williams GR, Boileau P. Challenges in reverse shoulder arthroplasty: addressing glenoid bone loss. *Orthopaedics*. 2016;39(1):14–23. doi: 10.3928/01477447-20160111-01
7. Anastasieva EA, Sadovoi MA, Voropaeva AA, Kirilova IA. Reconstruction of bone defects after tumor resec-

tion by autoand allografts (review of literature). *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2017;23(3):148–155. (In Russ). doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-3-148-155

8. Berchenko GN, Kesjan GA, Urazgil'deev RZ, et al. Comparative experimental-morphologic study of the influence of calcium-phosphate materials on reparative osteogenesis activation in traumatology and orthopedics. *Byulleten' VSNTS SO RAMN*. 2006;(4):327–332. (In Russ).

## ОБ АВТОРАХ

**\*Артём Анатольевич Шуйский**, врач – травматолог-ортопед, аспирант; адрес: Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, д. 10; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9028-3969>; eLibrary SPIN: 6125-1792; e-mail: shuj-artyom@mail.ru.

**Гурген Абавенович Кесян**, д-р мед. наук, профессор, врач – травматолог-ортопед; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1933-1822>; eLibrary SPIN: 8960-7440; e-mail: kesyan.gurgen@yandex.ru.

**Григорий Сергеевич Карапетян**, канд. мед. наук, врач – травматолог-ортопед; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3172-0161>; eLibrary SPIN: 6025-2377; e-mail: dr.karapetian@mail.ru.

**Рашид Загидуллоевич Уразгильдеев**, д-р мед. наук, врач – травматолог-ортопед; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2357-124X>; eLibrary SPIN: 9269-5003; e-mail: rashid-uraz@rambler.ru.

**Игорь Геннадьевич Арсеньев**, канд. мед. наук, врач – травматолог-ортопед; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1801-8383>; eLibrary SPIN: 8317-3709; e-mail: igo23602098@yandex.ru.

**Овсеп Гургенович Кесян**, канд. мед. наук, врач – травматолог-ортопед; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4697-368X>; eLibrary SPIN: 4258-3165; e-mail: offsep@yandex.ru.

**Мargarita Михайловна Шевнина**, врач – травматолог-ортопед, аспирант; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2349-590X>; e-mail: margarita.shevnina@mail.ru.

## AUTHORS INFO

**\*Artem A. Shuyskiy**, MD, post-graduate student, traumatologist-orthopedist; address: 10, Priorova str., 127299, Moscow, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9028-3969>; eLibrary SPIN: 6125-1792; e-mail: shuj-artyom@mail.ru.

**Gurgen A. Kesyan**, MD, PhD, Dr. Sci. (Med.); traumatologist-orthopedist; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1933-1822>; eLibrary SPIN: 8960-7440; e-mail: kesyan.gurgen@yandex.ru.

**Grigoriy S. Karapetyan**, MD, PhD, Cand. Sci. (Med.), traumatologist-orthopedist; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3172-0161>; eLibrary SPIN: 6025-2377; e-mail: dr.karapetian@mail.ru.

**Rashid Z. Urazgil'deev**, MD, PhD, Dr. Sci. (Med.), traumatologist-orthopedist; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2357-124X>; eLibrary SPIN: 9269-5003; e-mail: rashid-uraz@rambler.ru

**Igor G. Arsen'ev**, MD, PhD, Cand. Sci. (Med.), traumatologist-orthopedist; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1801-8383>; eLibrary SPIN: 8317-3709; e-mail: igo23602098@yandex.ru.

**Ovsep G. Kesyan**, MD, PhD, Cand. Sci. (Med.), traumatologist-orthopedist; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4697-368X>; eLibrary SPIN: 4258-3165; e-mail: offsep@yandex.ru.

**Margarita M. Shevnina**, MD, post-graduate student, traumatologist-orthopedist; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2349-590X>; e-mail: margarita.shevnina@mail.ru.

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto64822>

# Оценка эффективности применения малотравматичного оперативного доступа при реверсивном эндопротезировании плечевого сустава

Г.А. Кесян, Г.С. Карапетян, А.А. Шуйский\*, Р.З. Уразгильдеев, И.Г. Арсеньев, О.Г. Кесян, М.М. Шевнина

Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Москва, Россия

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Количество устанавливаемых в мире реверсивных эндопротезов плечевого сустава на современном этапе в разы превосходит выполнение гемиартропластик. Однако не стоит забывать, что эндопротезирование плечевого сустава считается травматичной операцией и может сопровождаться рядом осложнений, как со стороны имплантов, так и по причине травматичности оперативной техники. При оперативных вмешательствах на плечевом суставе с широким рассечением кожи и подкожной клетчатки, часто могут выявляться ятрогенные повреждения таких структур, как подмышечный нерв, задние и передние артерии и вены, огибающие плечевую кость, что запускает целый каскад патофизиологических и регуляторных процессов, при которых в зоне вмешательства сразу же выделяются медиаторы воспаления. Поэтому травматологи-ортопеды стремятся к снижению риска интра- и послеоперационных осложнений, и необходимо улучшение хирургической техники оперативных вмешательств в сторону их малотравматичного выполнения.

**Цель.** Разработка и оценка эффективности применения малотравматичного хирургического доступа при выполнении реверсивного эндопротезирования плечевого сустава.

**Материалы и методы.** В период 2017–2020 гг. в отделении ортопедии взрослых ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» оперировано 169 пациентов с различными заболеваниями, травмами плечевого сустава и их последствиями, которым по общепринятым показаниям проводили реверсивное эндопротезирование. В основной группе 84 пациента оперированы с применением малотравматичного хирургического доступа, пациенты контрольной группы (85 человек) — стандартными методиками. Функциональные, клинические и рентгенологические результаты хирургического лечения пациентов основной и контрольной групп оценивали и сравнивали через 3, 6 и 12 мес.

**Результаты.** В основной группе отличные результаты (<25 баллов по DASH) отмечены у 73 пациентов, хорошие (26–50 баллов) — у 10 пациентов. У 1 пациента результаты оценены как удовлетворительные (51–75 баллов). В контрольной группе наблюдения клинический результат был хуже (68 отличных, 16 хороших и 1 удовлетворительный результат).

**Выводы.** На основании выполненного исследования, учитывая лучшие результаты в основной группе пациентов, техника малотравматичного хирургического доступа при реверсивном эндопротезировании плечевого сустава может быть рекомендована к широкому использованию в клинической практике.

**Ключевые слова:** реверсивное эндопротезирование; эндопротезирование плечевого сустава; хирургическая агрессия; малоинвазивный метод.

## Как цитировать:

Кесян Г.А., Карапетян Г.С., Шуйский А.А., Уразгильдеев Р.З., Арсеньев И.Г., Кесян О.Г., Шевнина М.М. Оценка эффективности применения малотравматичного оперативного доступа при реверсивном эндопротезировании плечевого сустава // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2021. Т. 28, № 2. С. 21–28. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto64822>



DOI: <https://doi.org/10.17816/vto64822>

## Evaluation of the effectiveness of the use of low-traumatic surgical access in the reverse shoulder arthroplasty

Gurgen A. Kesyan, Grigoriy S. Karapetyan, Artem A. Shuyskiy\*, Rashid Z. Urazgil'deev, Igor G. Arsen'ev, Ovsep G. Kesyan, Margarita M. Shevnina

N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia

### ABSTRACT

**BACKGROUND:** The number of reversible shoulder joint endoprotheses installed in the world at the present stage is several times greater than the number of hemiarthroplasty performed. Nevertheless shoulder arthroplasty is considered a traumatic operation and can be accompanied by a number of complications, both from the side of implants and due to the traumatic nature of the surgical technique. During surgical interventions on the shoulder joint with a wide dissection of the skin and subcutaneous tissue, iatrogenic damage to structures such as the axillary nerve, posterior and anterior arteries and veins surrounding the humerus can often be detected, which triggers a whole cascade of pathophysiological and regulatory processes in which Interventions immediately release inflammatory mediators. Therefore, orthopedic traumatologists strive to reduce the risk of intra- and postoperative complications, and it is necessary to improve the surgical technique of surgical interventions towards their less traumatic performance.

**AIM:** Development and evaluation of the effectiveness of the use of low-traumatic surgical access when performing reverse shoulder arthroplasty.

**MATERIALS AND METHODS:** In the period 2017–2020, 169 patients with various diseases, injuries of the shoulder joint and their consequences were operated on in the Department of Adult Orthopedics of the N.N. Priorov National Research Medical Center of the Russian Federation, who underwent reverse shoulder arthroplasty according to generally accepted indications. In the main group (84 patients), surgical treatment was performed using a low-traumatic surgical approach, while the control group (85 patients) underwent standard procedures. Functional, clinical and radiological results of surgical treatment of patients of the main and control groups were evaluated and compared after 3, 6 and 12 months.

**RESULTS:** In the main group, excellent results (<25 points on DASH) were observed in 73 patients, good results (26–50 points) — in 10 patients. In 1 patient, the results were assessed as satisfactory (51–75 points). In the control group of observation, the clinical result was worse (68 excellent, 16 good and 1 satisfactory result).

**CONCLUSION:** On the basis of the performed study, taking into account the better results in the main group of patients, the technique of low-traumatic surgical access for reverse shoulder arthroplasty can be recommended for wide use in clinical practice.

**Keywords:** reverse arthroplasty; shoulder arthroplasty; surgical aggression; a minimally invasive method.

### To cite this article:

Kesyan GA, Karapetyan GS, Shuyskiy AA, Urazgil'deev RZ, Arsen'ev IG, Kesyan OG, Shevnina MM. Evaluation of the effectiveness of the use of low-traumatic surgical access in the reverse shoulder arthroplasty. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2021;28(2):21–28. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto64822>

## ВВЕДЕНИЕ

По данным ранних литературных источников, посвященных эндопротезированию плечевого сустава, пациенты с несостоятельностью ротаторной манжеты, которым было выполнено эндопротезирование головки плечевой кости, имели плохие функциональные результаты лечения [1]. Данный негативный опыт послужил причиной для разработки реверсивных эндопротезов для лечения пациентов с функциональной недостаточностью ротаторной манжеты [1].

С течением времени, с разработкой новых имплантов и техник оперативного лечения, реверсивная философия эндопротезирования стала локомотивом развития современного дизайна эндопротезов плечевого сустава [2]. Количество устанавливаемых в мире реверсивных эндопротезов плечевого сустава на современном этапе в разы превосходит выполнение гемартропластик [2]. На основании статистических данных открытых регистров эндопротезирования плечевого сустава Германии (2006–2019 гг.) и Великобритании (2012–2019 гг.), прослеживается преобладание использования реверсивных тотальных эндопротезов плечевого сустава над тотальными анатомическими и однополюсными протезами (табл. 1, 2) [3, 4]. Данная тенденция может быть сопоставима с историческим развитием эндопротезирования тазобедренного сустава [5].

Эндопротезирование плечевого сустава считается травматичной операцией и может сопровождаться рядом осложнений [2]. Некоторые осложнения связаны с материалом, конструкцией и корректностью установки ортопедических протезных систем. Другая часть осложнений, не ассоциированных с имплантами, возникает по причине травматичности оперативной техники.

При оперативных вмешательствах на плечевом суставе, ятрогенные повреждения таких структур, как подмышечный нерв, задние и передние артерии и вены, огибающие плечевую кость, приводят к нарушениям иннервации и кровоснабжения структур плечевого сустава, что проявляется в мышечной гипотрофии, неблагоприятных функциональных результатах лечения [6]. Операционный доступ, сопровождающийся широким рассечением кожи и подкожной клетчатки, рассечением и расслоением контрагированных и рубцовоизмененных мышечных волокон, удалением патологических тканей, резекция проксимального отдела плечевой кости, имплантация компонентов протеза, а также работа рядом с магистральными сосудисто-нервными пучками запускают целый каскад патофизиологических и регуляторных процессов, при которых в зоне вмешательства сразу же выделяются медиаторы воспаления [2].

*Цель исследования* — разработка и оценка эффективности применения малотравматичного хирургического доступа при выполнении реверсивного эндопротезирования плечевого сустава. Учитывая стремление травматологов-ортопедов к снижению риска интра- и послеоперационных осложнений, очень важна разработка методов улучшения хирургической техники оперативных вмешательств в сторону их малотравматичного выполнения [7].

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

С 2017 по 2020 г. в отделении ортопедии взрослых ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» оперировано 169 пациентов с различными заболеваниями, травмами плечевого сустава и их последствиями, которым по общепринятым показаниям проводили реверсивное

**Таблица 1.** Типы и количество устанавливаемых эндопротезов плечевого сустава в период с 2006 по 2019 г. по данным регистра эндопротезирования плечевого сустава Германии

**Table 1.** Types and number of installed shoulder joint endoprotheses in the period from 2006 to 2019 according to the German Shoulder Arthroplasty Registry.

Тип эндопротеза	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Тотальный	70	69	96	157	120	137	167	177	230	228	288	203	299	250
Гемизендопротез	76	58	95	134	76	44	55	52	73	72	68	45	29	37
Реверсивный	72	113	130	200	169	179	171	308	446	478	583	691	933	1018

**Таблица 2.** Типы и количество устанавливаемых эндопротезов плечевого сустава в период с 2012 по 2019 г. по данным регистра эндопротезирования плечевого сустава Великобритании

**Table 2.** Types and number of installed shoulder joint replacements in the period from 2012 to 2019 according to the UK National Joint Registry

Тип эндопротеза	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Тотальный	627	1177	1526	1764	1891	1971	1870	1850
Гемизендопротез	880	1296	1283	1055	1010	830	694	647
Реверсивный	678	1344	1853	2125	2742	3268	3485	3805

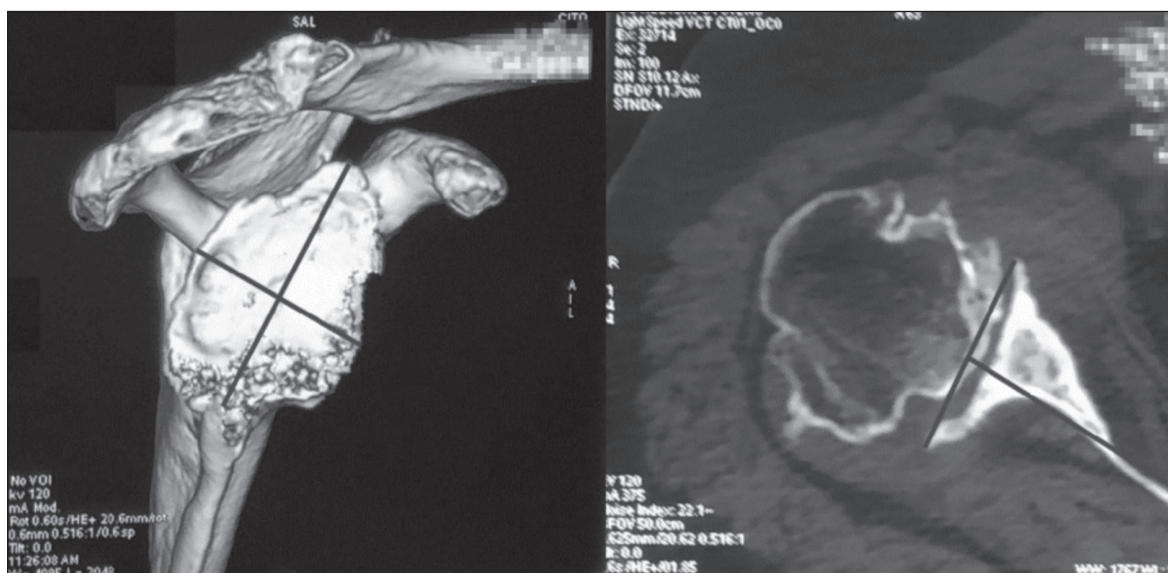
эндопротезирование. В основной группе 84 пациента оперированы с применением малотравматичного хирургического доступа, пациенты контрольной группы (85 человек) — стандартными методиками. Больные были сопоставимы по полу, возрасту, нозологии и степени дегенеративно-дистрофических изменений плечевого сустава. Отклонения в наблюдаемых группах были статистически незначимыми.

Перед операцией выполняли клиническое, рентгенологическое, инструментальное обследование пациента. Производили клинический осмотр, оценку болевого синдрома, амплитуды движений в суставе, определяли функциональное состояние дельтовидной мышцы. При выраженной гипотрофии дельтовидной мышцы, что зачастую наблюдается при последствиях травм, особенно при предшествующем оперативном лечении, выполняли ультразвуковое исследование дельтовидной мышцы и электронейромиографию нервов верхней конечности. При тотальной атрофии пучков дельтовидной мышцы даже реверсивное эндопротезирование бесперспективно в функциональном плане. Выполняли рентгенограммы плечевого сустава в двух проекциях, мультиспиральную компьютерную томографию плечевого сустава с визуализацией гленоида для оценки явлений его дисплазии и дефектов (рис. 1). Данные методы диагностики необходимы для планирования выбора типов компонентов эндопротезов и их пространственной ориентировки при имплантации.

На основании данных литературы, общеизвестных хирургических техник и личного практического опыта авторов известно несколько оперативных доступов, используемых при реверсивном эндопротезировании плечевого сустава [6].

1. 43 пациентам контрольной группы реверсивную артропластику выполняли через передний дельтовидно-пекторальный хирургический доступ следующим образом. Разрез кожи не менее 8 см производили в середине линии между клювовидным отростком и передним углом акромиона и в каудальном направлении на сухожилие длинной головки двуглавой мышцы плеча. После того как выполняли рассечение кожи и подкожно-жировой клетчатки, производили диссекцию по фасции дельтовидной мышцы медиально к дельтовидно-пекторальной борозде. Далее тупым инструментом проходили через дельтовидную борозду к ключично-грудной фасции медиальнее от головной вены. Дельтовидную мышцу отводили в сторону. Несмотря на наличие в современных протезных системах специального инструментария для установки компонентов через данный доступ, техническое выполнение их имплантации может осложняться рядом трудностей. Адекватная визуализация суставной поверхности лопатки при данном доступе затруднена и для корректной установки метаглена может потребоваться расширение разреза, тем самым увеличивается травматичность операции, появляются риски ятрогенного повреждения передней артерии и вены, огибающих плечевую кость. Возможно также повреждение подмышечного нерва, ветвей мышечно-кожного нерва.

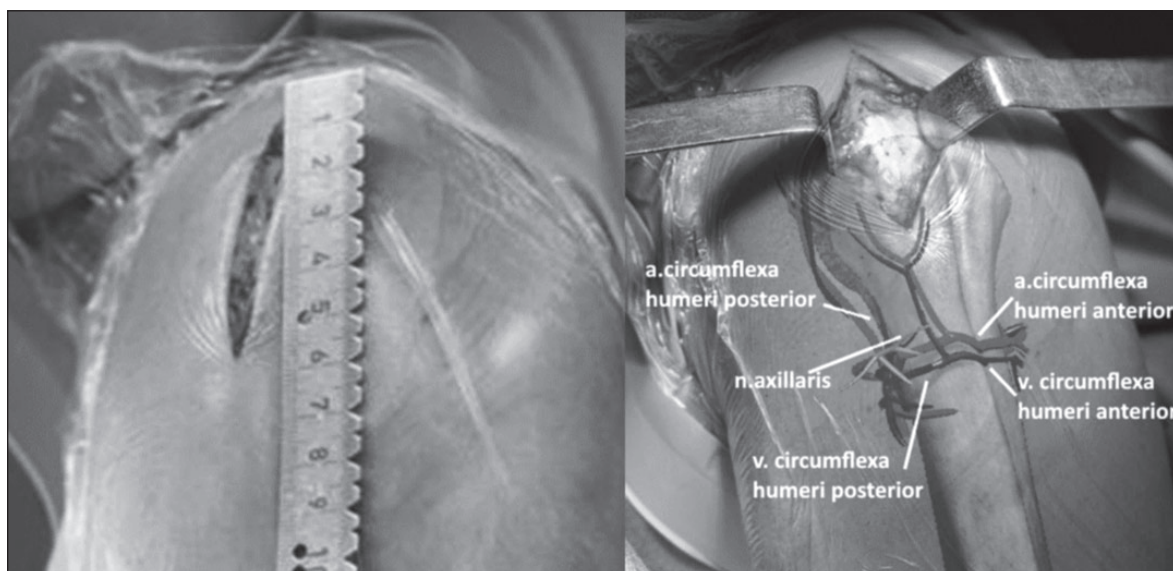
Использование данного оперативного доступа может быть оправдано при предшествующем наличии гипотрофии переднего и функционально хорошего состояния среднего и заднего пучков дельтовидной мышцы. Это обосновано стремлением максимально сохранить здоровую мышечную ткань, так как в большом проценте случаев после оперативного лечения в зоне хирургического доступа наблюдается локальная гипотрофия дельтовидной мышцы.



**Рис. 1.** Компьютерно-томографическая разметка пространственно-анатомических параметров суставного отростка лопатки

**Fig. 1.** CT-measure of anatomical parameters of the articular process of the scapula





**Рис. 2.** Рассечение мягких тканей при малоинвазивном доступе к плечевому суставу, топография сосудисто-нервных образований дельтовидной области по отношению к хирургическому доступу

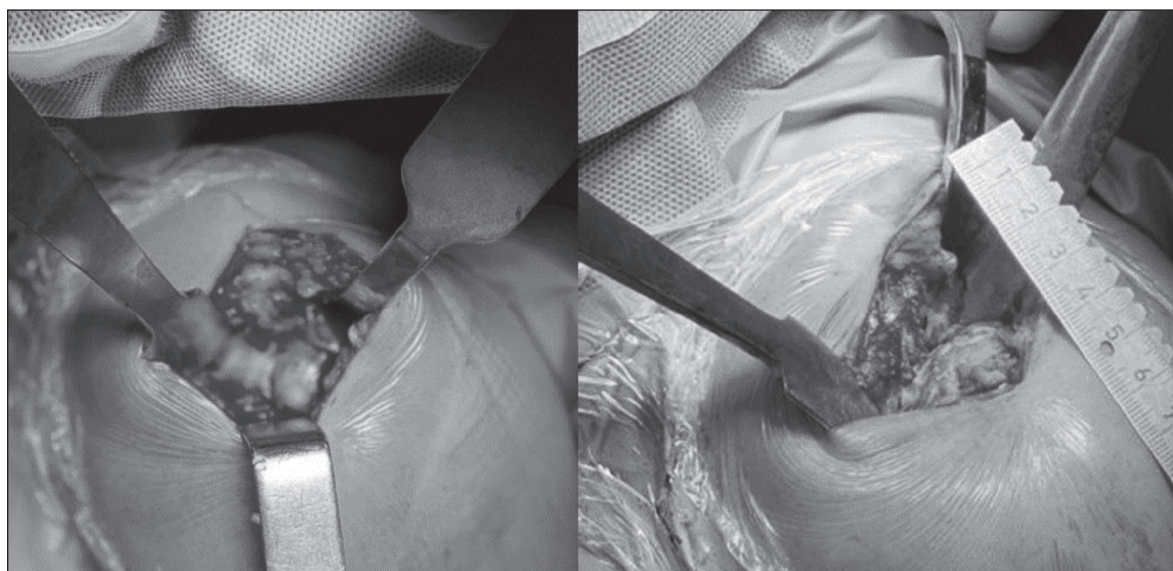
**Fig. 2.** Dissection of soft tissues with minimally invasive access to the shoulder joint, topography of neurovascular formations of the deltoid region in relation to surgical access

2. 42 пациента контрольной группы оперированы с применением наружного чрездельтовидного хирургического доступа к плечевому суставу. При проведении доступа разрез кожи не менее 8 см по наружной поверхности плечевого сустава начинался от наружного края акромиального отростка лопатки и проводился в латеральном направлении до уровня хирургической шейки плечевой кости. После рассечения кожи и подкожно-жировой клетчатки рассекали фасцию дельтовидной мышцы. Тупо разводили передний и средний пучки дельтовидной мышцы.

Данный хирургический доступ обеспечивал хорошую визуализацию структур плечевого сустава,

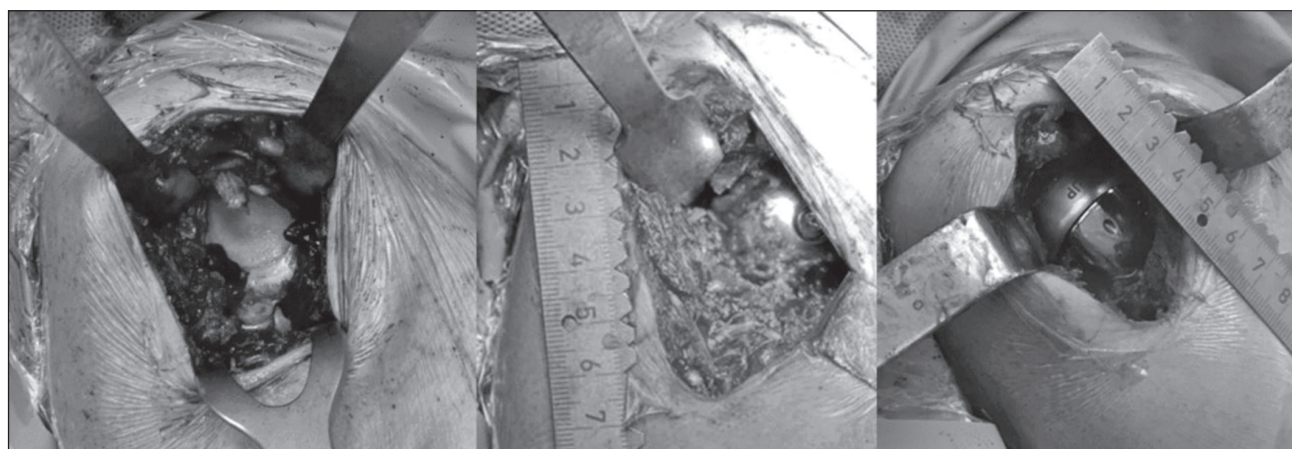
а именно: проксимального отдела плечевой кости с надостной мышцей, полную визуализацию суставной поверхности лопатки после резекции головки плечевой кости. Несмотря на преимущества данного доступа над дельтовидно-грудным, при его выполнении сохраняются риски травматизации сосудисто-нервных образований (подмышечного нерва, передних и задних вен и артерий, огибающих плечевую кость) хирургическим инструментом, при их компрессии или натяжении ретракторами.

3. Основную группу наблюдения составляли 84 пациента, оперированных малоинвазивным модифицированным чрездельтовидным доступом. В положении



**Рис. 3.** Мобилизация головки плечевой кости

**Fig. 3.** Mobilization of the humerus head



**Рис. 4.** Визуализация суставной поверхности лопатки, установка компонентов эндопротеза

**Fig. 4.** Visualization of the articular surface of the scapula, installation of endoprosthesis components

пациента сидя на операционном столе, выполняли кожный разрез до 6 см от края акромиона и линейно по наружной поверхности плеча дистально до уровня проекции большого бугорка (рис. 2).

При помощи режущего инструмента производили доступ до дельтовидной мышцы, передний и средний пучки мышцы тупо разводили. Выполняли иссечение рубцовых тканей, мобилизацию головки плечевой кости, предварительное прошивание сухожилий мышц-ротаторов. Далее совершали умеренную ротацию плеча кнаружи и, производя давление по оси плечевой кости в проксимальном направлении при согнутом 90° предплечье, выполняли вывих и выведение проксимального метаэпифиза плечевой кости в рану (рис. 3).

Согласно предоперационному планированию выполняли резекцию головки плечевой кости, специальными инструментами производили низведение плечевой кости, разведение краев раны, тем самым полностью визуализируя суставную поверхность лопатки. Далее, после последовательной обработки суставной поверхности лопатки специальными фрезами, производили установку метаглена и гленосферы с учетом угла наклона суставного отростка лопатки. Устанавливали остальные компоненты эндопротеза по стандартной методике (рис. 4)

При сохранности сухожилий ротаторной манжеты производили их рефиксацию, послойное ушивание раны. Благодаря экономному рассечению мягких тканей и выведению проксимального отдела плеча в рану снижается травматичность операции, риски послеоперационной гипотрофии пучков дельтовидной мышцы, отсутствуют риски травматизации нервных стволов и сосудистых образований. В то же время доступ позволяет в полной мере визуализировать и работать с суставной поверхностью лопатки и проксимальным отделом плечевой кости.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Принципиально важным являлось начало ранней реабилитации в послеоперационном периоде, которая включала электростимуляцию дельтовидной мышцы, механотерапию, лечебную физкультуру. В раннем послеоперационном периоде ни у одного пациента не было краевого некроза раны, гематом, раны зажили первичным натяжением. Гнойно-воспалительных осложнений также не наблюдалось у исследуемых пациентов.

Функциональные, клинические и рентгенологические результаты хирургического лечения пациентов основной и контрольной групп оценивались через 3, 6 и 12 мес. По окончании срока наблюдения на рентгенограммах не выявлено дислокации, миграции и нестабильности компонентов эндопротезов.

Функциональные результаты оценивали по вопросу The Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH). В основной группе отличные результаты (<25 баллов по DASH) отмечены у 73 пациентов, хорошие результаты (26–50 баллов) — у 10 пациентов. У одного пациента результаты оценены как удовлетворительные (51–75 баллов). В контрольной группе наблюдения клинический результат был хуже — 68 отличных, 16 хороших и 1 удовлетворительный. Учитывая отсутствие статистически значимых различий между больными в наблюдаемых группах, корректную установку реверсивных эндопротезов по стандартным методикам, наблюдалась прямая зависимость исходов лечения от используемого хирургического доступа. В группе с использованием методики малоинвазивного доступа практически не было гипотрофии мышечной ткани дельтовидной области, клинически и по данным ЭНМГ функциональное состояние дельтовидной мышцы было одинаково по сравнению со здоровой конечностью. В контрольной группе пациентов, для оперативного лечения которых применяли наружный чрездельтовидный и дельто-пекторальный хирургические

доступы, отмечались явления локальной гипотрофии пучков дельтовидной мышцы в результате ее травматизации при широком разделении тканей при хирургическом доступе к плечевому суставу. При использовании стандартных доступов к плечевому суставу выявлена сравнительная большая интраоперационная кровопотеря по сравнению с использованием малотравматичного доступа.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учитывая тенденцию в современной хирургии к уменьшению оперативной агрессии, научную и практическую разработанность темы реверсивного эндопротезирования, наличие современных имплантов позволяет разрабатывать и выбирать малотравматичные тактики лечения. Улучшение результатов лечения патологии плечевого сустава напрямую зависит от применения методов коррекции оперативной агрессии. На основании выполненного исследования, учитывая лучшие результаты в основной группе пациентов, техника малотравматичного хирургического доступа при реверсивном эндопротезировании плечевого сустава может быть рекомендована к широкому использованию в клинической практике.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Frankle M., Marberry S., Pupello D. Reverse shoulder arthroplasty. *Cham*, 2016. 486 p.
2. Карапетян Г.С. Методы коррекции оперативной агрессии в комплексном лечении ортопедической патологии : автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2009. 90 с.
3. Magosch P., Burkhart K., Mauch F., et al. *Schulterprothesenregister Jahresbericht 2020 (2006–2019)*. Bern, 2020. 61 p. (In German).
4. Reed M., Howard P., Brittain R., et al. *National Joint Registry 17th Annual Report*. Hemel Hempstead, 2020. 312 p.
5. Кесян Г.А., Уразгильдеев Р.З., Карапетян Г.С., и др. Реверсивное эндопротезирование плечевого сустава в сложных

## REFERENCES

1. Frankle M, Marberry S, Pupello D. *Reverse shoulder arthroplasty*. Cham; 2016. 486 p.
2. Karapetyan GS. *Metody korrektsii operativnoi agressii v kompleksnom lechenii ortopedicheskoi patologii* [dissertation abstract]. Moscow; 2009. 90 p. (In Russ).
3. Magosch P, Burkhart K, Mauch F, et al. *Schulterprothesenregister Jahresbericht 2020 (2006–2019)*. Bern; 2020. 61 p. (In German).
4. Reed M, Howard P, Brittain R, et al. *National Joint Registry 17th Annual Report*. Hemel Hempstead; 2020. 312 p.
5. Kesyan GA, Urazgil'deev RZ, Karapetyan GS, et al. Reverse shoulder arthroplasty in difficult clinical cases. *Vestnik Smolensk-*

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ / ADDITIONAL INFO

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

**Author contribution.** Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

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

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

**Источник финансирования.** Не указан.

**Funding source.** Not specified.

**Информированное согласие на публикацию.** Авторы получили письменное согласие законных представителей пациента на публикацию медицинских данных и фотографий.

**Consent for publication.** Written consent was obtained from the patient for publication of relevant medical information and all of accompanying images within the manuscript.

клинических случаях // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. 2019. № 4. С. 111–120.

6. Бауэр Р., Кершбаумер Ф., Поизель З. Оперативные доступы в травматологии и ортопедии. Перевод с нем., под ред. Л.А. Якимова. Москва : Издательство Панфилова, 2015. 408 с.

7. Солод Э.И., Лазарев А.Ф., Гудушаури Я.Г., и др. Новые возможности оперативного лечения переломов проксимального отдела плечевой кости // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2011. № 1. С. 21–27.

*koi gosudarstvennoi meditsinskoi akademii*. 2019;(4):111–120. (In Russ).

6. Bauer R, Kershbaumer F, Poisel S. *Operativnye dostupy v travmatologii i ortopedii*. [Operative Zuganswege in Orthopädie und Traumatologie]. Translated from German. Yakimov LA, editor. Moscow: Izdatel'stvo Panfilova; 2015. 408 p. (In Russ).

7. Solod EI, Lazarev AF, Gudushauri YaG, et al. New possibilities of surgical treatment of fractures of the proximal humerus. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N. N. Priorova*. 2011;(1):21–27. (In Russ).



## ОБ АВТОРАХ

**\*Артём Анатольевич Шуйский**, врач – травматолог-ортопед, аспирант; адрес: Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, д. 10; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9028-3969>; eLibrary SPIN: 6125-1792; e-mail: shuj-artyom@mail.ru.

**Гурген Абавенович Кесян**, д-р мед. наук, профессор, врач – травматолог-ортопед; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1933-1822>; eLibrary SPIN: 8960-7440; e-mail: kesyan.gurgen@yandex.ru.

**Григорий Сергеевич Карапетян**, канд. мед. наук, врач – травматолог-ортопед; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3172-0161>; eLibrary SPIN: 6025-2377; e-mail: dr.karapetian@mail.ru.

**Рашид Загидуллович Уразгильдеев**, д-р мед. наук, врач – травматолог-ортопед; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2357-124X>; eLibrary SPIN: 9269-5003; e-mail: rashid-uraz@rambler.ru.

**Игорь Геннадьевич Арсеньев**, канд. мед. наук, врач – травматолог-ортопед; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1801-8383>; eLibrary SPIN: 8317-3709; e-mail: igo23602098@yandex.ru.

**Овсеп Гургенович Кесян**, канд. мед. наук, врач – травматолог-ортопед; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4697-368X>; eLibrary SPIN: 4258-3165; e-mail: offsep@yandex.ru.

**Мargarita Михайловна Шевнина**, врач – травматолог-ортопед, аспирант; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2349-590X>; e-mail: margarita.shevnina@mail.ru.

## AUTHORS INFO

**\*Artem A. Shuyskiy**, MD, post-graduate student, traumatologist-orthopedist; address: 10, Priorova str., 127299, Moscow, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9028-3969>; eLibrary SPIN: 6125-1792; e-mail: shuj-artyom@mail.ru.

**Gurgen A. Kesyan**, MD, PhD, Dr. Sci. (Med.); ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1933-1822>; eLibrary SPIN: 8960-7440; e-mail: kesyan.gurgen@yandex.ru.

**Grigoriy S. Karapetyan**, MD, PhD, Cand. Sci. (Med.), traumatologist-orthopedist; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3172-0161>; eLibrary SPIN: 6025-2377; e-mail: dr.karapetian@mail.ru.

**Rashid Z. Urazgil'deev**, MD, PhD, Dr. Sci. (Med.), traumatologist-orthopedist; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2357-124X>; eLibrary SPIN: 9269-5003; e-mail: rashid-uraz@rambler.ru.

**Igor G. Arsen'ev**, MD, PhD, Cand. Sci. (Med.), traumatologist-orthopedist; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1801-8383>; eLibrary SPIN: 8317-3709; e-mail: igo23602098@yandex.ru.

**Ovsep G. Kesyan**, MD, PhD, Cand. Sci. (Med.), traumatologist-orthopedist; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4697-368X>; eLibrary SPIN: 4258-3165; e-mail: offsep@yandex.ru.

**Margarita M. Shevnina**, MD, post-graduate student, traumatologist-orthopedist; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2349-590X>; e-mail: margarita.shevnina@mail.ru.

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author



DOI: <https://doi.org/10.17816/vto77159>

# Репозиционно-фиксационное кольцо для оперативного лечения пациентов с переломами вертлужной впадины (предварительные результаты статических испытаний)

А.И. Колесник<sup>1\*</sup>, Н.С. Гаврюшенко<sup>1</sup>, Л.В. Фомин<sup>1,2</sup>, Н.В. Загородний<sup>1,3</sup>, С.В. Донченко<sup>4</sup>, И.М. Солодилов<sup>5</sup>, Д.А. Иванов<sup>6</sup>, А.В. Овчаренко<sup>7</sup>, В.В. Суриков<sup>8</sup>

<sup>1</sup> Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Москва, Россия;

<sup>2</sup> Научно-исследовательский институт механики, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия;

<sup>3</sup> Российский университет дружбы народов, Москва, Россия;

<sup>4</sup> Городская клиническая больница им. С.П. Боткина, Москва, Россия;

<sup>5</sup> Курская городская клиническая больница № 4, Курск, Россия;

<sup>6</sup> Лыткаринская городская больница, Московская область, Лыткарино, Россия;

<sup>7</sup> Калужская областная клиническая больница скорой медицинской помощи им. К.Н. Шевченко, Калуга, Россия;

<sup>8</sup> Российская медицинская академия непрерывного постдипломного образования, Москва, Россия

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** В настоящее время широко применяется несколько разновидностей конструкций опорных колец М. Мюллера, Бурха–Шнейдера, кольца фирмы «Protek» (Швейцария), имплантируемых в вертлужную впадину (ВВ), которые используются в хирургическом лечении при застарелых переломах ВВ, как правило, в качестве укрепляющего стенки ВВ устройства.

**Цель.** Изучение деформационных свойств репозиционно-фиксационного кольца.

**Материалы и методы.** Для проведения механических испытаний изготовлено кольцо с внешним диаметром 52 мм методом последовательного спекания с помощью аддитивных технологий фирмой ООО «Конмет» (Москва). Лабораторные механические испытания проведены в испытательной лаборатории медицинских изделий и материалов ФГБУ «НИИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России.

**Результаты.** В результате статического испытания кольца на сжатие, растяжение, кручение и на совместное растяжение и закручивание краев разъема кольца изучены его деформационные свойства. Нагрузка, соответствующая деформации 2 мм, кН: сжатие — 0,180; растяжение — 0,061; кручение (крутящий момент, соответствующий углу поворота 5 град, Нм) — 2,653; совместное растяжение с закручиванием краев разъема кольца (нагрузка, соответствующая деформации 10 мм, кН) — 0,048.

**Заключение.** Результаты первичного изучения деформационного поведения конструкции кольца показывают, что требуется доработка конструкции кольца и дальнейшее исследование его деформационно-прочностных характеристик.

**Ключевые слова:** переломы вертлужной впадины; оперативное лечение; открытая репозиция и фиксация переломов вертлужной впадины; первичное эндопротезирование тазобедренного сустава; репозиционно-фиксационное кольцо; аддитивные технологии.

## Как цитировать:

Колесник А.И., Гаврюшенко Н.С., Фомин Л.В., Загородний Н.В., Донченко С.В., Солодилов И.М., Иванов Д.А., Овчаренко А.В., Суриков В.В. Репозиционно-фиксационное кольцо для оперативного лечения пациентов с переломами вертлужной впадины (предварительные результаты статических испытаний) // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2021. Т. 28, № 2. С. 29–38. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto77159>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto77159>

# Repositional-fixation ring for surgical treatment of acetabular fractures (preliminary results of static tests)

Aleksandr I. Kolesnik <sup>1\*</sup>, Nikolay S. Gavryushenko <sup>1</sup>, Leonid V. Fomin <sup>1,2</sup>,  
Nikolay V. Zagorodni <sup>1,3</sup>, Sergey V. Donchenko <sup>4</sup>, Ivan M. Solodilov <sup>5</sup>, Dmitriy A. Ivanov <sup>6</sup>,  
Anton V. Ovcharenko <sup>7</sup>, Vladislav V. Surikov <sup>8</sup>

<sup>1</sup> N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia;

<sup>2</sup> Research Institute of Mechanics of Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia;

<sup>3</sup> Peoples' friendship university of Russia, Moscow, Russia;

<sup>4</sup> S.P. Botkin City Clinical Hospital, Moscow, Russia;

<sup>5</sup> Kursk City Clinical Hospital No. 4, Kursk, Russia;

<sup>6</sup> Lytkarino City Hospital, Moscow Region, Lytkarino, Russia;

<sup>7</sup> Kaluga City Clinical Hospital, Kaluga, Russia;

<sup>8</sup> Russian medical Academy of continuing postgraduate education, Moscow, Russia

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** Currently, several types of designs of support rings of M. Muller, Burch-Schneider, rings of the company "Protek" (Switzerland), implanted in the BB are widely used, which are used in the surgical treatment of long-standing fractures of the BB, as a rule, as a device that strengthens the walls of the BB.

**AIM:** Study of the deformation properties of the repositional-fixing ring.

**MATERIALS AND METHODS:** For carrying out mechanical tests, a ring with an external diameter of 52 mm was made by the method of sequential sintering using additive technologies by the company "Konmet" LLC, Moscow. Laboratory mechanical tests were carried out by the Testing Laboratory of Medical Devices and Materials of the N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics.

**RESULTS:** As a result of static testing of the ring for compression, tension, torsion, and joint stretching and twisting of the edges of the ring connector, its deformation properties are studied. Load corresponding to the deformation of 2 mm, kN: compression — 0.180; tension — 0.061; torsion (torque corresponding to the angle of rotation of 5 degrees, Nm) — 2.653; joint tension with twisting of the edges of the ring connector (load corresponding to the deformation of 10 mm, kN) — 0.048.

**CONCLUSION:** The results of the initial study of the deformation behavior of the ring structure show that it is necessary to refine the ring design and further study the deformation and strength characteristics of the ring.

**Keywords:** acetabular fractures; surgical treatment; open reposition and fixation of acetabular fractures; primary hip replacement; repositional-fixation ring; additive technologies.

## To cite this article:

Kolesnik AI, Gavryushenko NS, Fomin LV, Zagorodniy NV, Donchenko SV, Solodilov IM, Ivanov DA, Ovcharenko AV, Surikov VV. Repositional-fixation ring for surgical treatment of acetabular fractures (preliminary results of static tests). *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2021;28(2):29–38. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto77159>

## АКТУАЛЬНОСТЬ

Проблема лечения пациентов с переломами вертлужной впадины (ВВ) представляется актуальной со времени начала развития хирургии травмы таза и обусловлена несколькими факторами: ростом дорожного травматизма, увеличением количества и усилением тяжести данной травмы, проблемой лечения при переломах ВВ у пожилых пациентов, высокой травматичностью используемых доступов, сохраняющимися осложнениями и неудовлетворенностью результатами оперативного лечения [1–6]. D. Butterwick и соавт. [5] отмечают, что гериатрические пациенты — самая быстрорастущая подгруппа пациентов с переломами ВВ, при этом частота ее переломов у пациентов старше 60 лет за последнюю четверть века увеличилась в 2,4 раза [5].

Частота переломов ВВ, по данным одних авторов, колеблется от 2 до 23,4% [1]. Многие авторы отмечают, что основной причиной данной травмы становятся дорожно-транспортные происшествия [1, 2, 6–8]. Переломы ВВ одни исследователи относят к высокоэнергетическим переломам [1, 6, 8, 9], другие — к низкоэнергетическим [10, 11].

Хирургическому лечению подлежат пациенты с переломами ВВ со смещением и многоплоскостными переломами [3, 12–15].

Открытая репозиция и внутренняя фиксация (в иностранной литературе используется аббревиатура ORIF — open reduction and internal fixation) до настоящего времени остается стандартным способом лечения при переломах ВВ [6, 14, 16–18], а по мнению отечественных исследователей, является золотым стандартом [6]. E. Letournel еще в 1980 г., имея на то время 22-летний опыт работы в этой области, писал, что идеальная открытая репозиция является методом выбора для лечения переломов ВВ со смещением [19]. При использовании погружного остеосинтеза широкое распространение для фиксации получили различные варианты нейтрализующих пластин и реконструктивных тазовых пластин и других конструкций [12, 15, 20, 21]. В настоящее время в хирургическом лечении при переломах ВВ широко применяют несколько разновидностей конструкций — опорные кольца М. Мюллера, Бурха–Шнейдера, кольца фирмы «Protek» (Швейцария), — имплантируемых в ВВ при ее дефектах различного генеза с целью восстановления ее опороспособности и биомеханики [11, 18, 22]. Однако в травматологии кольца используют, как правило, в качестве укрепляющего стенки ВВ устройства [11, 22] при многооскольчатых и нестабильных переломах ВВ.

Все более широкое распространение получает современный подход в лечении при переломах ВВ, включающий комбинации ORIF и первичного эндопротезирования тазобедренного сустава (ПЭТБС) — подход, называемый «combined hip procedure» (СНР), «комбинированной процедурой пластики ТБС» [23, 24]. Первое

в мире первичное эндопротезирование ТБС при переломе ВВ выполнено в 1954 г. А. Westerborn [18, 25]. О возможности одновременного выполнения ORIF и эндопротезирования ТБС пишут многие авторы, особенно эта тактика показана у лиц пожилого возраста [11, 26–30]. Т. Lont и соавт. [11] отмечают, что применение ORIF у пожилых пациентов с переломами ВВ с применением армирующего кольца с последующим ПЭТБС приводило к меньшему количеству повторных операций, чем использование только ORIF. Эти данные позволяют им утверждать, что ПЭТБС может быть основным хирургическим способом лечения при сложных переломах ВВ у пожилых пациентов.

В последние годы четко прослеживается тенденция к первичному эндопротезированию ЭПТБС при смещенных переломах ВВ [26, 31, 32], которое рассматривается как лучший вариант оперативного лечения, обеспечивающий возможность ранней мобилизации и позволяющий избежать стандартных осложнений длительного постельного режима. N. Salar и соавт. [32] на основании полученных результатов лечения пациентов с переломами ВВ пришли к выводу, что раннее первичное ЭПТБС с обоснованными показаниями и соответствующим подбором пациентов позволяет получить отличный и хороший функциональный результат. U.G. De Bellis и соавт. [33] оценивали результаты раннего и отсроченного первичного эндопротезирования ТБС у пациентов с переломами ВВ. По их данным, результаты в случаях отсроченного ЭПТБС были несколько лучше, чем при раннем, хотя различия между двумя группами не были статистически значимыми.

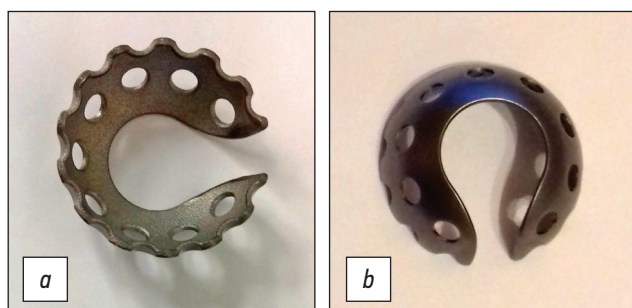
*Цель исследования* — изучение механических свойств репозиционно-фиксационного кольца.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Разработано универсальное репозиционно-фиксационное кольцо с динамической компрессией для оперативного лечения при сложных переломах ВВ [34] (рис. 1).

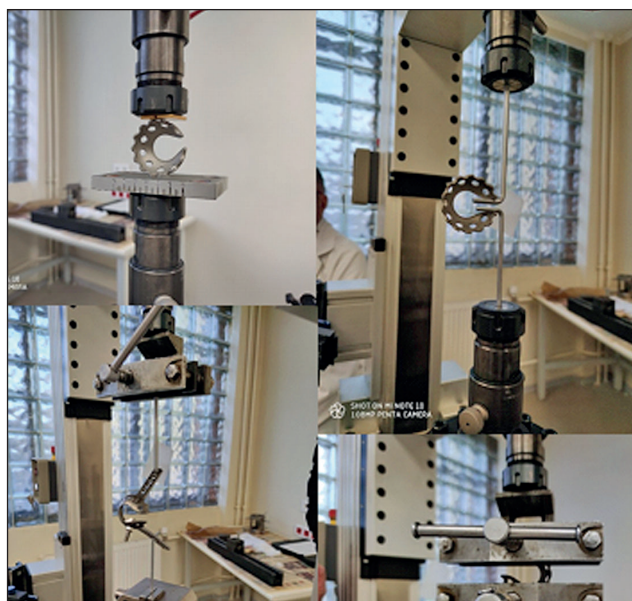
Для проведения механических испытаний ООО «Конмет» (Москва) с помощью аддитивных технологий изготовлено кольцо с внешним диаметром 52 мм методом селективного лазерного спекания (рис. 2). Кольцо изготовлено из титанового сплава Ti64-ELI-A LMF с химическим составом Ti6Al4V ELI по ASTM F36 в соответствии с техническим заданием по изготовлению колец, технических условий (№ 32.50.22.190-021-11458417-2018 от 27.12.2018) и требований ГОСТ Р, ГОСТ Р ИСО, ГОСТ ISO, ГОСТ Р ISO, ГОСТ EN.

Лабораторные механические испытания проведены испытательной лабораторией медицинских изделий и материалов ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России (рис. 3). Виды нагрузок на кольцо определены исходя из: 1) учета конструкции кольца, имеющего



**Рис. 1.** Универсальное репозиционно-фиксационное кольцо с внешним диаметром 52 мм для оперативного лечения при переломах вертлужной впадины: *a* — вид со стороны внутренней поверхности; *b* — вид со стороны наружной поверхности

**Fig. 1.** Universal repositioning-fixation ring with an external diameter of 52 mm for surgical treatment of acetabulum fractures: *a* — view from the inner surface; *b* — view from the outer surface



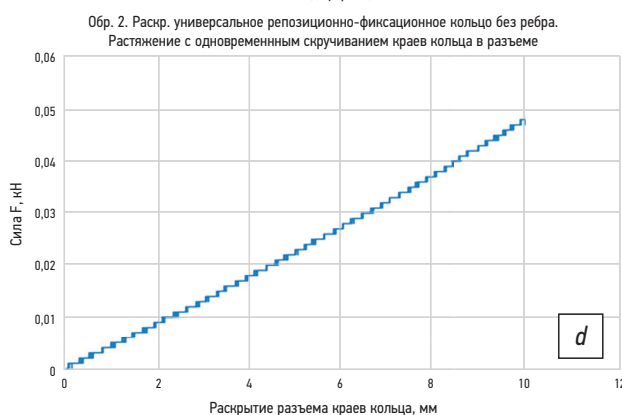
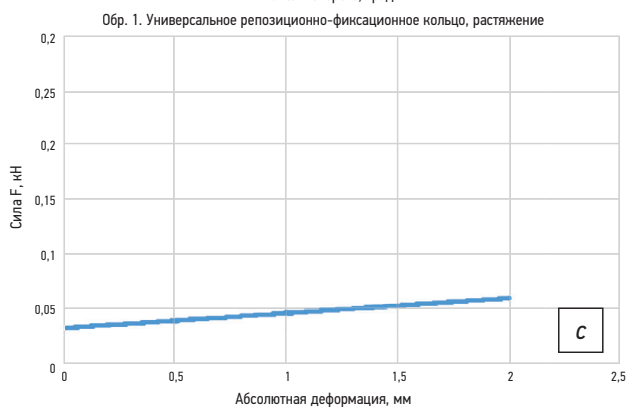
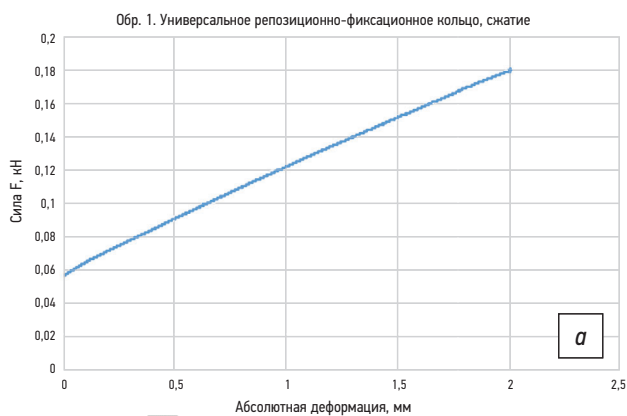
**Рис. 2.** Статические испытания репозиционно-фиксационного кольца на сжатие, растяжение, совместное действие растяжения и закручивания краев разреза (раскрытие кольца) и кручение

**Fig. 2.** Static tests of the repositioning-fixing ring for compression, stretching, joint action of stretching and twisting edges of the connector (opening of the ring) and torsion

форму незамкнутой полусферы; 2) цели изучения механических свойств кольца, так как непосредственно при помощи кольца (почему кольцо и называется репозиционно-фиксационное) выполняется репозиция и фиксация колонн и отломков ВВ.

Для проведения испытаний использовали электро-механическую испытательную машину LFM-50 фирмы Walter and Bai (Швейцария). Параметры 0–50 кН, скорость нагружения 0–500 мм/мин. Вращение 60 об/мин. Точность измерения 0,5%.

*Цель исследования* — получить диаграммы механических испытаний образца.



**Рис. 3.** Статические испытания репозиционно-фиксационного кольца: *a* — на сжатие; *b* — на кручение; *c* — на растяжение; *d* — на совместное действие растяжения и закручивания краев разреза (раскрытие кольца)

**Fig. 3.** Static tests of the repositioning-fixing ring: *a* — for compression; *b* — for torsion; *c* — for tension; *d* — for the joint action of stretching and twisting the edges of the connector (opening of the ring)



**Условия проведения испытаний.** Нормальные климатические условия по ГОСТ 15150-69: температура воздуха 18 °С, относительная влажность 64%, атмосферное давление 98 кПа (745 мм рт. ст.).

**Условия нагружения и описание процесса статических испытаний.** Образец по п. 2.1 протокола помещали в рабочую зону испытательной установки и фиксировали с помощью специальной оснастки.

**Этический комитет.** Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России (№ 2 от 10.09.2020).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ И АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ ДАННЫХ

**Испытание кольца на сжатие и растяжение.** При испытании на сжатие скорость сближения нажимных устройств составляла 5 мм/мин. При испытании на растяжение скорость перемещения захватов образца составляла 5 мм/мин.

Испытания кольца на сжатие и растяжение проводили вплоть до достижения абсолютной деформацией значения 2 мм. Предельная величина деформации в 2 мм была выбрана с учетом результатов проведенного исследования механических характеристик костных, хрящевых и связочных структур тазобедренного и коленного суставов человека, в котором показано, что диапазон деформирования кости от 0 до 2 мм принадлежит участку упругого деформирования [35].

Характер прямолинейной зависимости силы от деформации и аналогичного характера разгрузки определяет упругое поведение при деформировании данной конструкции кольца.

Результаты испытания на сжатие и растяжение для кольца приведены в таблице.

**Испытание кольца на кручение.** Испытание на кручение кольца проводили вплоть до угла поворота в 5°. Предельная величина угла поворота в 5° была выбрана из соображений сохранности окружающих костных тканей и совместной работы с ними металлических конструкций изделия, а также необходимости соблюдения условия упругого деформирования кольца. С учетом

результатов проведенного исследования механических характеристик костных, хрящевых и связочных структур тазобедренного и коленного суставов человека, показано, что диапазон деформирования кости от 0 до 5° при кручении принадлежит участку упругого деформирования кости [35]. При испытаниях на кручение скорость поворота составляла 0,1 град/с. При испытании кольца на графике протокола исследования наблюдалась нелинейная зависимость крутящего момента от угла поворота. Так, при нагружении кольца на диаграмме выражен участок пластической деформации: в процессе нагружения наблюдается излом кривой в верхней части графика нагружения после достижения предела упругих деформаций. Далее после достижения заданной деформации происходит разгрузка. При разгрузке (рис. 3, а) (нижняя часть графика), которая идет по классической траектории для металлических материалов в соответствии с законами механики материалов, наблюдаются остаточные деформации, значение которых составляет примерно 2,2°. Результат испытания кольца на кручение приведен в таблице.

**Испытание образца кольца на совместное растяжение и закручивание.** При испытаниях на совместное растяжение и закручивание краев разъема скорость перемещения захватов составляла 5 мм/мин. Закручивание краев разъемного кольца осуществлялось посредством крепления пластин к кольцу, передача нагружения через которые обеспечивала данный вид испытания. Испытание образца кольца на совместное растяжение и закручивание краев разъема кольца проводилось вплоть до достижения раскрытия разъема кольца на величину 10 мм. Наблюдалась прямолинейная зависимость силы от абсолютной деформации. Разгрузка шла по той же прямой на диаграмме, что и нагружение, и приводила в исходное нулевое состояние по деформациям. Результат испытания кольца на совместное растяжение и закручивание представлен в таблице.

## ОБСУЖДЕНИЕ

В последние годы клинические исследования обозначили весомую роль ПЭТБС в лечении возрастных пациентов с переломами ВВ, основанную, прежде всего, на хороших функциональных результатах пациентов [11, 26–30]. В то же время, отношение к эффективности применения ПЭТБС не однозначно. Известно,

Таблица. Результаты испытания кольца

Table. Ring test results

Вид испытания	Нагрузка, соответствующая деформации 2 мм, кН (кгс)
Сжатие	0,180 (18,4)
Растяжение	0,061 (6,2)
Кручение	Крутящий момент, соответствующий углу поворота 5°, 2,653 Нм
Совместное растяжение с закручиванием краев разъема кольца	Нагрузка, соответствующая деформации 10 мм, кН (кгс) 0,048 кН

что оперативное лечение при переломах ВВ с ПЭТБС порой ограничено трудностью достижения стабильности колонн и отломков и самого вертлужного компонента. D. Butterwick и соавт. [5] предупреждают, что ПЭТБС не представляется простым решением лечения при сложном переломе и может быть тяжелее, чем выполнение ORIF. Авторы отмечают, что ПЭТБС изначально предполагает хорошую первичную стабильность фиксации колонн и отломков ВВ, обеспечение сращения переломов и долгосрочную стабильность компонентов эндопротеза. Достижение этих целей возможно при преодолении многих технических проблем [5]. Конструкционные особенности разработанного универсального репозиционно-фиксационного кольца для оперативного лечения пациентов со сложными переломами ВВ [34] позволяют, во-первых, оперирующему хирургу выполнить ORIF колонн и отломков непосредственно со стороны ВВ с применением доступа Хардинга с минимальной травматизацией тканей. Во-вторых, кольцо используется как эффективный репозиционный инструмент для достижения первичной анатомической репозиции. В-третьих, кольцо позволяет достичь первичную стабильную фиксацию колонн и отломков ВВ. И в-четвертых, кольцо является надежным каркасом для выполнения ПЭТБС с применением гибридной фиксации компонентов эндопротеза.

Первоочередной задачей в подготовке кольца к клинической апробации являлось его изготовление и последующее проведение механических испытаний. Учитывая сложность конструкции при помощи программного обеспечения ООО «Конмет» (Москва) созданы файлы STL-расширения для 3D-печати. Кольцо с внешним диаметром 52 мм изготовлено с помощью аддитивных технологий методом селективного лазерного спекания из сертифицированного порошка. Для проведения механических статических испытаний конструкции кольца использовали электромеханическую испытательную машину LFM-50 фирмы Walter and Bai (Швейцария) испытательной лаборатории медицинских изделий и материалов ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России (руководитель лаборатории профессор, д-р техн. наук Н.С. Гаврюшенко). С учетом конструкции кольца, имеющего форму незамкнутой полусферы с наличием отверстий и выемок по краю стенки входного отверстия под фиксирующие винты, с учетом заложенной в конструкции функции репозирующего инструмента были определены виды нагрузок для изучения механических свойств кольца: испытание кольца на сжатие и растяжение, на кручение и на совместное растяжение и закручивание. Таким образом, определены нагрузки, которые кольцо будет испытывать на этапе проведения ORIF, далее — в момент фиксации колонн и отломков ВВ в кольцо, а также на протяжении всех послеоперационных периодов функционирования ЭПТБС. Необходимо отметить, что испытания кольца

на сжатие и растяжение проводили вплоть до достижения абсолютной деформацией значения 2 мм, при этом, предельная величина деформации в 2 мм была выбрана с учетом результатов проведенного исследования механических характеристик костных, хрящевых и связочных структур тазобедренного и коленного суставов человека, в котором показано, что диапазон деформирования кости от 0 до 2 мм принадлежит участку упругого деформирования [35]. Диапазон деформирования выбран также из соблюдения условий работы металлической конструкции в области упругих деформаций. Полученная диаграмма прямолинейной зависимости силы от деформации и аналогичного характера разгрузки определяет упругое поведение при деформировании данной конструкции кольца.

При испытании кольца на кручение на диаграмме протокола механического исследования наблюдалась нелинейная зависимость крутящего момента от угла поворота. Считаем необходимым обратить внимание на отмеченную остаточную деформацию. Здесь имеется ввиду остаточная деформация при измерении разъема в кольце, соответствующая углу поворота  $2,2^\circ$ . То есть при снятии растягивающей нагрузки разъем в кольце в размере увеличился в миллиметрах по сравнению с исходным; при испытании на сжатие наоборот, при снятии нагрузки разъем уменьшился в миллиметрах. Эта остаточная пластическая деформация в миллиметрах и зарегистрирована в испытаниях на кручение. Испытание образца кольца на совместное растяжение и закручивание осуществлялось путем непосредственного крепления металлических пластин к краям кольца, что обеспечивало передачу нагрузки через пластины и проведение данного вида испытания. Во время проведения разгрузки ее траектория шла по той же прямой на диаграмме, что и нагружение, и приводила в исходное нулевое состояние по деформациям. Разгрузка приводила к возврату по деформациям в исходное нулевое значение и происходила так же прямолинейно. Таким образом, наблюдалось упругое поведение кольца при данном виде нагружения. Полученные обнадеживающие результаты механических испытаний кольца ставят перед нами очередные задачи по усовершенствованию конструкции.

## Выводы

1. На основе анализа результатов проведенных статических испытаний на сжатие и растяжение выявлено, что зависимость нагрузки от деформации является прямолинейной. Величина нагрузки, соответствующая деформации 2 мм на сжатие, составила 0,180 кН, на растяжение 0,061 кН. При снятии нагрузки происходил возврат по деформациям в исходное нулевое значение. Проведенное статическое испытание показывает упругий характер деформирования кольца.



2. С учетом анализа результатов проведенных статических испытаний на кручение выявлено, что зависимость нагрузки от деформации является нелинейной, с выраженным участком пластической деформации. Величина нагрузки, соответствующая деформации 5°, составила 2,653 Нм. В испытании на кручение кольца последующая после нагружения разгрузка показывала наличие остаточных абсолютных деформаций 2,2°, что также необходимо учитывать в дальнейшей разработке кольца.

3. Результаты исследования доказано, что нагрузка на совместное растяжение с закручиванием краев разъема кольца (нагрузка, соответствующая деформации 10 мм) составила 0,048 кН. Разгрузка приводила к возврату по деформациям в исходное нулевое значение и происходила так же прямолинейно, при этом наблюдалось упругое поведение кольца при данном виде нагружения.

4. Анализ результатов проведенного статического испытания кольца позволил определить деформационно-прочностные характеристики и упругое поведение данной конструкции кольца при деформировании.

5. По результатам проведенного исследования кольцо требует дальнейшего совершенствования.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ / ADDITIONAL INFO

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы

внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: А.И. Колесник, Н.С. Гаврюшенко, Л.В. Фомин, Н.В. Загородний, С.В. Донченко — концепция и дизайн исследования; А.И. Колесник, Н.С. Гаврюшенко, Л.В. Фомин, Н.В. Загородний, С.В. Донченко, Д.А. Иванов, А.В. Овчаренко, И.М. Солодилов, В.В. Суриков — сбор и обработка материала; А.И. Колесник, Н.С. Гаврюшенко, Л.В. Фомин, Н.В. Загородний, С.В. Донченко — написание и редактирование текста.

**Author contribution.** Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. A.I. Kolesnik, N.S. Gavryushenko, L.V. Fomin, N.V. Zagorodniy, S.V. Donchenko — concept and design of the research; A.I. Kolesnik, N.S. Gavryushenko, L.V. Fomin, N.V. Zagorodniy, S.V. Donchenko, D.A. Ivanov, A.V. Ovcharenko, I.M. Solodilov, V.V. Surikov — data collection and processing; A.I. Kolesnik, N.S. Gavryushenko, L.V. Fomin, N.V. Zagorodniy, S.V. Donchenko — writing, editing.

**Источник финансирования.** Не указан.

**Funding source.** Not specified.

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

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

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Гринь А.А., Рунков А.В., Шлыков И.Л. Выбор операционного доступа при лечении двухколонных переломов вертлужной впадины // Травматология и ортопедия России. 2014. № 1. С. 92–97.
- Бондаренко А.В., Круглыхин И.В., Плотников И.А., и др. Особенности лечения повреждений таза при политравме // Политравма. 2014. № 3. С. 46–57.
- Белецкий А.В., Воронович А.И., Мурзич А.Э. Определение показаний к оперативному лечению и выбор доступов при сложных комплексных переломах вертлужной впадины // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2010. № 4. С. 30–37.
- Sardesai N.R., Miller M.A., Jauregui J.J., et al. Operative management of acetabulum fractures in the obese patient: challenges and solutions // Orthop Res Rev. 2017. Vol. 9. P. 75–81. doi: 10.2147/ORR.S113424
- Butterwick D., Papp S., Gofton W., et al. Acetabular fractures in the elderly: evaluation and management // J Bone Joint Surg Am. 2015. Vol. 97, N 9. P. 758–768. doi: 10.2106/JBJS.N.01037
- Erden A. Fractures — a review of their management // J Trauma Treat. 2015. Vol. 4. P. 4. doi: 10.4172/2167-1222.1000278
- Laird A., Keating J. Acetabular fractures: a 16-year prospective epidemiological study // J Bone Joint Surg Br. 2005. Vol. 87-B, N 7. P. 969–973. doi: 10.1302/0301-620X.87B7.16017
- Negrin L., Seligson D. Results of 167 consecutive cases of acetabular fractures using the Kocher–Langenbeck approach:

a case series // J Orthop Surg Res. 2017. Vol. 12, N 1. P. 66. doi: 10.1186/s13018-017-0563-6

9. Kubota M., Uchida K., Kokubo Y., et al. Changes in gait pattern and hip muscle strength after open reduction and internal fixation of acetabular fracture // Arch Phys Med Rehabil. 2012. Vol. 93, N 11. P. 2015–2021. doi: 10.1016/j.apmr.2012.01.016

10. Rickman M., Young J., Bircher M., et al. The management of complex acetabular fractures in the elderly with fracture fixation and primary total hip replacement // Eur J Trauma Emerg Surg. 2012. Vol. 38, N 5. P. 511–516. doi: 10.1007/s00068-012-0231-9

11. Lont T., Nieminen J., Reito A., et al. Total hip arthroplasty, combined with a reinforcement ring and posterior column plating for acetabular fractures in elderly patients: good outcome in 34 patients // Acta Orthopaedica. 2019. Vol. 90, N 3. P. 275–280. doi: 10.1080/17453674.2019.1597325

12. Солод Э.И., Лазарев А.Ф., Лазарев А.А., и др. Возможности оперативного лечения переломов вертлужной впадины с использованием малоинвазивных технологий // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2009. № 2. С. 3–9.

13. Magu N.K., Gogna P., Singh A., et al. Long term results after surgical management of posterior wall acetabular fractures // J Orthop Traumatol. 2014. Vol. 15, N 3. P. 173–179. doi: 10.1007/s10195-014-0297-8

14. Лазарев А.Ф., Солод Э.И., Гудушауры Я.Г., и др. Проблемы лечения переломов вертлужной впадины // Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. 2013. № 4. С. 81–85
15. Солод Э.И., Лазарев А.Ф., Гудушауры Я.Г., и др. Современные возможности остеосинтеза вертлужной впадины // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2014. № 2. С. 25–32.
16. Judet R., Judet J., Letournel E. Fractures of the acetabulum: classification and surgical approaches for open reduction. Preliminary report // *J Bone Joint Surg Am.* 1964. Vol. 46. P. 1615–1646.
17. Boelch S.P., Jordan M.C., Meffert R.H., Jansen H. Comparison of open reduction and internal fixation and primary total hip replacement for osteoporotic acetabular fractures: a retrospective clinical study // *Int Orthop.* 2016. Vol. 41, N 9. P. 1831–1837. doi: 10.1007/s00264-016-3260-x
18. Hanschen M., Pesch S., Huber-Wagner S., Biberthaler P. Management of acetabular fractures in the geriatric patient // *SICOT-J.* 2017. Vol. 3. P. 37. doi: 10.1051/sicotj/2017026
19. Letournel E. Acetabulum fractures: classification and management // *Clin Orthop Relat Res.* 1980. N 151. P. 81–106.
20. Walley K.C., Appleton P.T., Rodriguez E.K. Comparison of outcomes of operative versus non-operative treatment of acetabular fractures in the elderly and severely comorbid patient // *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2017. Vol. 27, N 5. P. 689–694. doi: 10.1007/s00590-017-1949-1
21. Park D.W., Lim A., Park J.W., et al. Biomechanical evaluation of a new fixation type in 3d-printed periacetabular implants using a finite element simulation // *Appl Sci.* 2019. Vol. 9, N 5. P. 820. doi: 10.3390/app9050820
22. Tidermar J., Blomfeldt R., Ponzer S., Söderqvist A. Primary total hip arthroplasty with a Burch-Schneider antiprotusion cage and autologous bone grafting for acetabular fractures in elderly patients // *J Orthop Trauma.* 2003. Vol. 17, N 3. P. 193–197. doi: 10.1097/00005131-200303000-00007
23. Borg T., Hernefalk B., Hailer N.P. Acute total hip arthroplasty combined with internal fixation for displaced acetabular fractures in the elderly. A short-term comparison with internal fixation alone after a minimum of two years // *Bone Joint J.* 2019. Vol. 101-B, N 4. P. 478–483.
24. Anglen J.O. Acute total hip arthroplasty for fracture of the acetabulum: indications and current techniques. In: Borrelli J. Jr., Anglen J.O., editors. *Arthroplasty for the treatment of fractures in the older patient.* Switzerland : Springer International Publishing, 2018. P. 129–144. doi: 10.1007/978-3-319-94202-5\_8
25. Westerborn A. Central dislocation of the femoral head treated with mold arthroplasty // *J Bone Joint Surg Am.* 1954. Vol. 36, N A:2. P. 307–314.
26. Rickman M., Young J.M., Bircher M., et al. The management of complex acetabular fractures in the elderly with fracture fixation and primary total hip replacement // *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2012. Vol. 38, N 5. P. 511–516. doi: 10.1007/s00068-012-0231-9
27. Clarke-Jenssen J., Roise O., Storeggen S.A., Madsen J.E. Long-term survival and risk factors for failure of the native hip joint after operatively treated displaced acetabular fractures // *Bone Joint J.* 2017. Vol. 99-B, N 6. P. 834–840. doi: 10.1302/0301-620X.99B6.BJJ-2016-1013.R1
28. Salama W., Mousa S., Khalefa A., et al. Simultaneous open reduction and internal fixation and total hip arthroplasty for the treatment of osteoporotic acetabular fractures // *Int Orthop.* 2018. Vol. 41, N 1. P. 181–189. doi: 10.1007/s00264-016-3175-6
29. Tempelaere C., Divine P., Begue T. Early simultaneous bilateral total hip arthroplasty for the management of bilateral acetabular fracture in an elderly patient // *Arthroplast Today.* 2019. Vol. 5, N 2. P. 139–144. doi: 10.1016/j.artd.2019.03.008
30. Cochu G., Mabit C., Gougam T., et al. Total hip arthroplasty for treatment of acute acetabular fracture in elderly patients // *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 2007. Vol. 93, N 8. P. 818–827. (In French). doi: 10.1016/s0035-1040(07)78465-9
31. Iqbal F., Ullah A., Younus S., et al. Functional outcome of acute primary total hip replacement after complex acetabular fractures // *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2018. Vol. 28, N 8. P. 1609–1616. doi: 10.1007/s00590-018-2230-y
32. Salar N., Bilgen M.S., Bilgen Ö.F., et al. Total hip arthroplasty for acetabular fractures: “Early Application” // *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2017. Vol. 23, N 4. P. 337–342. doi: 10.5505/tjtes.2016.55675
33. De Bellis U.G., Legnani C., Calori G.M. Acute total hip replacement for acetabular fractures: a systematic review of the literature // *Injury.* 2014. Vol. 45, N 2. P. 356–361. doi: 10.1016/j.injury.2013.09.018
34. Патент на изобретение № 2692526 / от 26.06.2019 г. Бюл. № 18. Колесник А.И., Загородний Н.В., Солод Э.И., и др. Универсальное репозиционно-фиксационное кольцо с динамической компрессией для оперативного лечения смещенных переломов вертлужной впадины. Режим доступа: [https://patents.s3.yandex.net/RU2692526C1\\_20190626.pdf](https://patents.s3.yandex.net/RU2692526C1_20190626.pdf). Дата обращения: 27.08.2021
35. Гаврюшенко Н.С. Материаловедческие аспекты создания эрозиянностойких узлов трения искусственных суставов человека : дис. ... канд. тех. наук. Москва, 2000. 281 с.

## REFERENCES

1. Grin' AA, Runkov AV, Shlykov IL. The choice of surgical approach in the treatment of two-column acetabular fractures. *Travmatologiya i ortopediya Rossii.* 2014;(1):92–97. (In Russ).
2. Bondarenko AV, Kruglykhin IV, Plotnikov IA, et al. Features of treatment of pelvic injuries in polytrauma. *Politravma.* 2014;(3):46–57. (In Russ).
3. Beletskiy AV, Voronovich AI, Murzich AE. Determination of indications to surgical treatment and choice of surgical approaches in complicated complex acetabular fractures. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova.* 2010;(4):30–37. (In Russ).
4. Sardesai NR, Miller MA, Jauregui JJ, et al. Operative management of acetabulum fractures in the obese patient: challenges and solutions. *Orthop Res Rev.* 2017;9:75–81. doi: 10.2147/ORR.S113424
5. Butterwick D, Papp S, Gofton W, et al. Acetabular fractures in the elderly: evaluation and management. *J Bone Joint Surg Am.* 2015;97(9):758–768. doi: 10.2106/JBJS.N.01037
6. Erden A. Fractures — a review of their management. *J Trauma Treat.* 2015;4:4. doi: 10.4172/2167-1222.1000278
7. Laird A, Keating J. Acetabular fractures: a 16-year prospective epidemiological study. *J Bone Joint Surg Br.* 2005;87-B(7):969–973. doi: 10.1302/0301-620X.87B7.16017
8. Negrin L, Seligson D. Results of 167 consecutive cases of acetabular fractures using the Kocher–Langenbeck approach: a case series. *J Orthop Surg Res.* 2017;12(1):66. doi: 10.1186/s13018-017-0563-6
9. Kubota M, Uchida K, Kokubo Y, et al. Changes in gait pattern and hip muscle strength after open reduction and internal fixation of

- acetabular fracture. *Arch Phys Med Rehabil.* 2012;93(11):2015–2021. doi: 10.1016/j.apmr.2012.01.016
10. Rickman M, Young J, Bircher M, et al. The management of complex acetabular fractures in the elderly with fracture fixation and primary total hip replacement. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2012;38(5):511–516. doi: 10.1007/s00068-012-0231-9
11. Lont T, Nieminen J, Reito A, et al. Total hip arthroplasty, combined with a reinforcement ring and posterior column plating for acetabular fractures in elderly patients: good outcome in 34 patients. *Acta Orthopaedica.* 2019;90(3):275–280. doi: 10.1080/17453674.2019.1597325
12. Solod EI, Lazarev AF, Lazarev AA, et al. Potentialities of surgical treatment for acetabular fractures using low-invasive techniques. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova.* 2009;(2):3–9. (In Russ).
13. Magu NK, Gogna P, Singh A, et al. Long term results after surgical management of posterior wall acetabular fractures. *J Orthop Traumatol.* 2014;15(3):173–179. doi: 10.1007/s10195-014-0297-8
14. Lazarev AF, Solod EI, Gudushauri YaG, et al. Problems in acetabular fractures treatment. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova.* 2013;(4):81–85. (In Russ).
15. Solod EI, Lazarev AF, Gudushauri YaG, et al. Modern potentialities of acetabular osteosynthesis. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova.* 2014;(2):25–32. (In Russ).
16. Judet R, Judet J, Letournel E. Fractures of the acetabulum: classification and surgical approaches for open reduction. Preliminary report. *J Bone Joint Surg Am.* 1964;46:1615–1646.
17. Boelch SP, Jordan MC, Meffert RH, Jansen H. Comparison of open reduction and internal fixation and primary total hip replacement for osteoporotic acetabular fractures: a retrospective clinical study. *Int Orthop.* 2016;41(9):1831–1837. doi: 10.1007/s00264-016-3260-x
18. Hanschen M, Pesch S, Huber-Wagner S, Biberthaler P. Management of acetabular fractures in the geriatric patient. *SICOT-J.* 2017;3:37. doi: 10.1051/sicotj/2017026
19. Letournel E. Acetabulum fractures: classification and management. *Clin Orthop Relat Res.* 1980;(151):81–106.
20. Walley KC, Appleton PT, Rodriguez EK. Comparison of outcomes of operative versus non-operative treatment of acetabular fractures in the elderly and severely comorbid patient. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2017;27(5):689–694. doi: 10.1007/s00590-017-1949-1
21. Park DW, Lim A, Park JW, et al. Biomechanical evaluation of a new fixation type in 3d-printed periacetabular implants using a finite element simulation. *Appl Sci.* 2019;9(5):820. doi: 10.3390/app9050820
22. Tidermar J, Blomfeldt R, Ponzer S, Söderqvist A. Primary total hip arthroplasty with a Burch-Schneider antiprotrusion cage and autologous bone grafting for acetabular fractures in elderly patients. *J Orthop Trauma.* 2003;17(3):193–197. doi: 10.1097/00005131-200303000-00007
23. Borg T, Hernefalk B, Hailer NP. Acute total hip arthroplasty combined with internal fixation for displaced acetabular fractures in the elderly. A short-term comparison with internal fixation alone after a minimum of two years. *Bone Joint J.* 2019;101-B(4):478–483.
24. Anglen JO. Acute total hip arthroplasty for fracture of the acetabulum: indications and current techniques. In: Borrelli J Jr, Anglen JO, editors. *Arthroplasty for the treatment of fractures in the older patient.* Switzerland: Springer International Publishing; 2018. P. 129–144. doi: 10.1007/978-3-319-94202-5\_8
25. Westerborn A. Central dislocation of the femoral head treated with mold arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 1954;36(A:2):307–314.
26. Rickman M, Young JM, Bircher M, et al. The management of complex acetabular fractures in the elderly with fracture fixation and primary total hip replacement. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2012;38(5):511–516. doi: 10.1007/s00068-012-0231-9
27. Clarke-Jenssen J, Roise O, Storeggen SA, Madsen JE. Long-term survival and risk factors for failure of the native hip joint after operatively treated displaced acetabular fractures. *Bone Joint J.* 2017;99-B(6):834–840. doi: 10.1302/0301-620X.99B6.BJJ-2016-1013.R1
28. Salama W, Mousa S, Khalefa A, et al. Simultaneous open reduction and internal fixation and total hip arthroplasty for the treatment of osteoporotic acetabular fractures. *Int Orthop.* 2018;41(1):181–189. doi: 10.1007/s00264-016-3175-6
29. Tempelaere C, Divine P, Begue T. Early simultaneous bilateral total hip arthroplasty for the management of bilateral acetabular fracture in an elderly patient. *Arthroplast Today.* 2019;5(2):139–144. doi: 10.1016/j.artd.2019.03.008
30. Cochu G, Mabit C, Gougam T, et al. Total hip arthroplasty for treatment of acute acetabular fracture in elderly patients. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 2007;93(8):818–827. (In French). doi: 10.1016/s0035-1040(07)78465-9
31. Iqbal F, Ullah A, Younus S, et al. Functional outcome of acute primary total hip replacement after complex acetabular fractures. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2018;28(8):1609–1616. doi: 10.1007/s00590-018-2230-y
32. Salar N, Bilgen MS, Bilgen ÖF, et al. Total hip arthroplasty for acetabular fractures: “Early Application”. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2017;23(4):337–342. doi: 10.5505/tjtes.2016.55675
33. De Bellis UG, Legnani C, Calori GM. Acute total hip replacement for acetabular fractures: a systematic review of the literature. *Injury.* 2014;45(2):356–361. doi: 10.1016/j.injury.2013.09.018
34. Patent RUS № 2692526/ 25.06.2019. Byul. № 18. Kolesnik AI, Zagorodnii NV, Solod EI, et al. Universal'noe repozitsionno-fiksatsionnoe kol'tso s dinamicheskoi kompressiei dlya operativnogo lecheniya smeshchennykh perelomov vertluzhnoi vpadiny. Available from: [https://patents.s3.yandex.net/RU2692526C1\\_20190626.pdf](https://patents.s3.yandex.net/RU2692526C1_20190626.pdf) (In Russ).
35. Gavryushenko NS. *Materialovedcheskie aspekty sozdaniya erozionnostaikikh uzlov treniya iskusstvennykh sustavov cheloveka* [dissertation]. Moscow; 2000. 281 p. (In Russ).

## ОБ АВТОРАХ

\*Александр Иванович Колесник, д-р мед. наук, профессор; Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, д. 10; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1435-8743>; e-mail: ko-lesnik@mail.ru.

## AUTHORS INFO

\*Aleksandr I. Kolesnik, MD, PhD, Dr. Sci. (Med.), professor; address: 10 Proirova str., Moscow, 127299, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1435-8743>; e-mail: ko-lesnik@mail.ru.

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

**Николай Свиридович Гаврюшенко**, д-р техн. наук, профессор; eLibrary SPIN: 3335-6472; e-mail: testlabcito@mail.ru.

**Леонид Викторович Фомин**, канд. физ.-мат. наук; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9075-5049>; eLibrary SPIN: 7186-8776; e-mail: fleonid1975@mail.ru.

**Николай Васильевич Загородний**, чл.-корр. РАН, д-р мед. наук, профессор; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6736-9772>; e-mail: zagorodniy51@mail.ru.

**Сергей Викторович Донченко**, канд. мед. наук; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3341-7446>; e-mail: Don\_03@mail.ru.

**Иван Михайлович Солодилов**, врач-травматолог; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8219-5582>; e-mail: Ivan\_s\_007@mail.ru.

**Дмитрий Александрович Иванов**, врач-травматолог; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5821-6774>; e-mail: Ivanovda2001@mail.ru.

**Антон Васильевич Овчаренко**, врач-травматолог; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3014-4828>; e-mail: antovcharenko@yandex.ru.

**Владислав Владимирович Суриков**, аспирант; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3668-2376>; e-mail: Airbag366@yandex.ru.

**Nikolay S. Gavryushenko**, PhD, Dr. Sci. (Technol.), professor; eLibrary SPIN: 3335-6472; e-mail: testlabcito@mail.ru.

**Leonid V. Fomin**, MD, PhD; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9075-5049>; eLibrary SPIN: 7186-8776; e-mail: fleonid1975@mail.ru.

**Nikolay V. Zagorodni**, Corresponding Member of RAS, MD, PhD, Dr. Sci. (Med.), professor; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6736-9772>; e-mail: zagorodniy51@mail.ru.

**Sergey V. Donchenko**, MD, PhD; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3341-7446>; e-mail: Don\_03@mail.ru.

**Ivan M. Solodilov**, MD, traumatologist; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8219-5582>; e-mail: Ivan\_s\_007@mail.ru.

**Dmitriy A. Ivanov**, MD, traumatologist; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5821-6774>; e-mail: Ivanovda2001@mail.ru.

**Anton V. Ovcharenko**, MD, traumatologist; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3014-4828>; e-mail: antovcharenko@yandex.ru.

**Vladislav V. Surikov**, postgraduate student; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3668-2376>; e-mail: Airbag366@yandex.ru.



DOI: <https://doi.org/10.17816/vto63357>

# Влияние упражнений изометрического характера на развитие кондиционных способностей у пациентов с дорсопатиями в стадии неполной ремиссии

С.В. Вакуленко<sup>1</sup>, М.А. Еремушкин<sup>2</sup><sup>1</sup> Калужская областная клиническая больница, Калуга, Россия;<sup>2</sup> Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии, Москва, Россия

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Эффективность влияния упражнений изометрического характера на увеличение показателей мышечной силы известны давно. Однако исследованиям их эффективности в сфере практического здравоохранения посвящены единичные работы.

**Цель исследования** — оценить влияние применения комплекса упражнений лечебной физической культуры с использованием упражнений изометрического характера на динамику основных показателей кондиционных способностей мышц живота и спины, а также на снижение выраженности болевого синдрома у пациентов с дорсопатиями поясничного отдела позвоночника в стадии неполной ремиссии после курса лечения и в отдаленном периоде (6 мес).

**Материалы и методы.** Проведен ретроспективный анализ данных клинических и функциональных методов обследования и результатов лечения 72 пациентов в возрасте от 25 до 50 лет с подтвержденным диагнозом дорсопатии. Данные были получены с использованием диагностического тестового профиля «гибкость – сила – статика – динамика» (ГССД) и тензодинамометрии Back-Check Dr. Wolff (Physiomed Elektromedizin AG, Германия). Динамику болевого синдрома оценивали с применением визуально-аналоговой шкалы боли (ВАШ).

**Результаты.** Последующий анализ полученных результатов показал прирост показателей базовых физических качеств, таких как сила ( $p < 0,05$ ) и выносливость, к статическим и динамическим нагрузкам ( $p < 0,05$ ) основных постурозависимых мышечных групп, снижение выраженности болевого синдрома у пациентов с дорсопатиями ( $p < 0,05$ ).

**Заключение.** Использование упражнений изометрического характера приводит к снижению выраженности болевого синдрома, оцененного по ВАШ ( $p < 0,05$ ), увеличению мышечной силы, выносливости к статическим и динамическим нагрузкам основных мышц кора.

**Ключевые слова:** изометрические упражнения; статическая выносливость; динамическая выносливость; функциональная оценка; дорсопатии; болевой синдром; мышечный тонус.

## Как цитировать:

Вакуленко С.В., Еремушкин М.А. Влияние упражнений изометрического характера на развитие кондиционных способностей у пациентов с дорсопатиями в стадии неполной ремиссии // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2021. Т. 28, № 2. С. 39–46. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto63357>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto63357>

# Impact of isometric exercising as to development of physical characteristics typical of dorsopathy patients at incomplete remission stage

Sofya V. Vakulenko <sup>1</sup>, Mikhail A. Yeremushkin <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kaluga Region State Budget-Funded Healthcare Institution, Kaluga, Russia;

<sup>2</sup> National Medical Research Center of Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russia

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** The positive impact of isometric exercising, which makes muscle strength indicators grow, has been known for a long time. However, very few studies have been devoted so far to the examination and assessment of the effect in terms of their application for practical healthcare purposes.

**AIM:** It is aimed to assess how a therapeutic isometric exercising impacts the dynamics of basic physical conditions of abdominal and back muscle groups as well as the decrease in pain syndrome severity, which Lumbar spine dorsopathy patients have during an incomplete remission state after the treatment is over and in a remote period (in six-month period).

**MATERIALS AND METHODS:** The retrospective analysis of data based on clinical and functional examination methods and treatment results was conducted involving 72 patients aged 25–50 years old with the confirmed dorsopathy diagnosis. The data were acquired with the use of FSSD profile and tension dynamometry Back-Check Dr. Wolff (Physiomed Elektromedizin AG, Germany). The visual analogue scale (VAS) was applied to determine the pain syndrome intensity.

**RESULTS:** Further analysis of the acquired results showed the increased rate of the BPC indicators of strength ( $p < 0.05$ ) and endurance to static and dynamic loads produced with the key posture-dependent muscle groups ( $p < 0.05$ ) as well as decreased intensity of the pain syndrome the dorsopathy patients had ( $p < 0.05$ ).

**CONCLUSION:** Isometric exercising helps to lower the pain syndrome intensity assessed as per the VAS ( $p < 0.05$ ), increase the muscle strength and the core endurance towards static and dynamic loads.

**Keywords:** isometric exercises; static endurance; dynamic endurance; functional assessment; dorsopathies; pain syndrome; muscle tone

## To cite this article:

Vakulenko SV, Yeremushkin MA. Impact of isometric exercising as to development of physical characteristics typical of dorsopathy patients at incomplete remission stage. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2021;28(2):39–46. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto63357>

## ВВЕДЕНИЕ

Болевые синдромы в области нижней части спины и конечностей формируют значительную долю патологических состояний, ставшими причиной временной нетрудоспособности. На территории Российской Федерации термин «дорсопатия», определенный МКБ-10, объединяет все клинические варианты болевых синдромов с вовлечением костных, мышечных, невралгических, сосудистых структур, без выявления ведущего патологического звена с неизменным наличием неоптимального двигательного стереотипа [1, 2].

Актуальность поиска решения лечения дорсопатий не убывает год от года [3–5]. Основными условиями успешной физической корригирующей терапии по сей день являются принципы, предложенные Я.Ю. Попелянским: щадящий характер врачебного воздействия, преемственность, индивидуализация и непрерывность, комплексность, исключение статодинамических нагрузок [4, 6, 7].

Недостаток физической активности, продолжительная гиподинамия, прежде всего вследствие болевого синдрома, приводит к ослаблению мышечного корсета, перегрузке межпозвоночных дисков, нарушению регионарного и системного кровообращения, нарушению двигательного стереотипа [4, 8, 9]. Соответственно основной задачей комплексов упражнений лечебной физической культуры при дорсопатиях представляется восстановление нарушенных кондиционных и координационных двигательных способностей мышц стабилизаторов туловища и конечностей [10, 11].

Одним из методов увеличения мышечной силы, исследованного и доказавшего свою эффективность в спортивной практике при включении в тренировочный план, являются упражнения изометрического характера [12, 13]. Анализ достаточного количества работ российских и зарубежных авторов, носящих преимущественно обзорный характер, отражает положительное влияние данного вида двигательной активности [14–17]. Однако данные исследования преимущественно проводились педагогами на здоровых добровольцах либо же в сфере фитнес-индустрии.

Обоснованием клинической эффективности режима статических нагрузок в отношении коррекции патологических состояний опорно-двигательного аппарата в сфере практического здравоохранения занимались единичные авторы [18, 19]. Доказательная научно-исследовательская база, освещающая роль данного вида активности, крайне мала.

Таким образом, высока актуальность разработки как методики коррекции кондиционных способностей (мышечной силы, выносливости к статическим и динамическим нагрузкам) мышц кора у пациентов с дорсопатиями на этапе коррекции двигательного стереотипа,

так и алгоритма выявления изменений на различных этапах реабилитационного процесса.

*Цель исследования* — оценить влияние применения комплекса упражнений лечебной физической культуры с использованием упражнений изометрического характера на динамику основных показателей кондиционных способностей (гибкость, мышечная сила, выносливость к статическим и динамическим нагрузкам) мышц живота и спины, а также на снижение выраженности болевого синдрома у пациентов с дорсопатиями поясничного отдела позвоночника в стадии неполной ремиссии после курса лечения и в отдаленном периоде (6 мес).

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для решения поставленной цели исследования в период 2017–2019 гг. был проведен анализ данных клинических и функциональных методов обследования и результатов лечения 72 пациентов в возрасте от 25 до 50 лет с подтвержденным диагнозом дорсопатии (из них женщин — 79 человек, 55,0%; мужчин — 65 человек, 45,0%). Среди возрастных категорий преобладали лица от 26 до 45 лет (62%).

Критерии включения в исследование: наличие установленного диагноза дорсопатии — М54.5 (боль внизу спины, по МКБ-10), подтвержденного клиническими методами обследования пациентов, а также результатами рентгенографических методов исследования и магнитно-резонансной томографии. Критерии исключения: наличие других заболеваний позвоночника и опорно-двигательного аппарата, а также соматических заболеваний в стадии декомпенсации, маскирующих чистоту клинических проявлений и препятствующих проведению исследования.

Параметры показателей кондиционных способностей мышц живота и спины у пациентов с дорсопатиями в стадии неполной ремиссии определялись на основании полученных результатов функционально-диагностического тестового профиля «гибкость – сила – статика – динамика» (ГССД) с использованием двигательных заданий. Результат измерения мышечной силы фиксировали в баллах; результат измерения мышечной выносливости к статической нагрузке — в количестве повторений; результат выносливости к динамической нагрузке — в секундах. Полученные исходные показатели сравнивали с эталонными возрастными нормами с целью выявления первичного дефицита.

Показатели, полученные с использованием тензодинамометрической диагностической системы Back-Check Dr. Wolff (Physiomed Elektromedizin AG, Германия), позволили оценить силовую выносливость и силовое взаимоотношение «флексия/экстензия» (сгибание/разгибание) поверхностных и глубоких мышц спины и брюшного пресса.

Субъективную оценку выраженности болевого синдрома осуществляли с использованием визуально-аналоговой шкалы боли (ВАШ). В дизайне нашего исследования не принимали участие пациенты с выраженностью болевого синдрома более 7 баллов по данной шкале, который относится к «выраженному болевому синдрому» и препятствует выполнению двигательных заданий.

Для оценки эффективности предложенного курса упражнений физической культуры с использованием упражнений изометрического характера у пациентов с дорсопатиями полученные результаты анализировали до и после терапии, а также через 6 мес.

Комплекс упражнений изометрического характера, направленный на увеличение силы и выносливости мышц кора, формирующих стабилизационную систему позвоночного столба (поперечную и многораздельную мышцы спины; мышцу, выпрямляющую позвоночник; квадратную мышцу поясницы; косые и прямую мышцы живота), базировался на следующих принципах: акцент делали на осознанном контролируемом мышечном усилии, составляющем 1/3–1/4 максимально возможного мышечного сокращения изолированной мышечной группы, с которой в предложенном упражнении проводится работа; время мышечного напряжения составило 10 с; основные исходные положения, применяющиеся при выполнении комплекса, — лежа на спине, лежа на животе, лежа на боку, стоя на четвереньках, стоя на коленях. Персонализация комплекса для каждого пациента осуществлялась на основании полученных первичных показателей кондиционных способностей путем определения исходного положения (простого или усложненного) и количества повторений упражнений.

Комплекс упражнений лечебной физической культуры проводился пациентами амбулаторно после предварительного вводного занятия с разучиванием техники выполнения двигательных заданий. Продолжительность тренировочного занятия в среднем составляла от 40 до 50 мин на курс 10–12 процедур.

*Этический комитет.* Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России (№ 3 от 26.07.2016).

Для статистической обработки данных, полученных до и после лечения, использовали медиану и квартили ( $Me$  [ $Q_1$ ;  $Q_3$ ]) в отношении количественных данных; непараметрический  $U$ -критерий Манна–Уитни — в отношении двух независимых выборок; в отношении анализа динамики различий был применен  $W$ -критерий Вилкоксона. Качественные признаки сравнивались по критерию  $\chi^2$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ результатов первичного тестирования с использованием функционально-диагностического

тестового профиля ГССД выявил несоответствие показателей в сравнении с эталонными возрастными нормами. Так, дефицит мышечной силы для прямой мышцы живота и прямой мышцы спины составил в среднем 32,4%; дефицит выносливости к статической нагрузке прямой мышцы живота — в среднем 54,1%; прямой мышцы спины — в среднем 44,2%; дефицит выносливости к динамической нагрузке прямой мышцы спины — в среднем 30,6%; прямой мышцы живота — в среднем 60,7%.

Анализ динамики показателей кондиционных способностей после использования предложенного комплекса упражнений изометрического характера показал прирост мышечной силы для прямой мышцы живота на 35,3%, через 6 мес — 23,5%, для прямой мышцы спины — 41,2%, через 6 мес — 32,6%; для выносливости к статическим нагрузкам прямой мышцы живота 78,3%, через 6 мес — 65,9%, для прямой мышцы спины — 44,9%, через 6 мес — 42,1%; для выносливости к динамической нагрузке прямой мышцы живота — 76,1%, через 6 мес — 66,7%, для прямой мышцы спины — 187,1%, через 6 мес — 157,9% (табл. 1).

Результатом использования разработанного комплекса лечебной физкультуры с использованием упражнений изометрического характера стало достоверное увеличение мышечной силы в тестируемых движениях: сгибание и разгибание спины, наклон туловища влево и вправо в основной группе ( $p < 0,05$ ) (табл. 2).

Анализ полученных результатов показал положительную динамику увеличения показателей кондиционных способностей в результате применения предложенного комплекса изометрических упражнений в группе исследования ( $p < 0,05$ ): в отношении силы мышц разгибателей спины после терапии увеличение на 21,7%, прирост составил  $\pm 9,73$  кг; через 6 мес достигнутые значения сохранились на уровне 17,3%; в отношении мышц сгибателей спины после терапии увеличение на 23,1%, прирост составил  $\pm 8,27$  кг, через 6 мес — 16,3%; в отношении мышц, осуществляющих наклон туловища вправо и влево, до и после терапии увеличение мышечной силы составило 23,7 и 26,7% соответственно; прирост составил  $\pm 8,23$  и  $\pm 9,3$  кг соответственно; через 6 мес. сохранение достигнутых параметров составило 18,7 и 20,7% соответственно.

Анализ динамики субъективной оценки болевого синдрома после проведенного курса терапии проводили с использованием критерия  $\chi^2$ . Показано достоверно значимое увеличение доли пациентов со снижением выраженности болевого синдрома до 3 баллов у 15% (35 человек) ( $p < 0,05$ ), зафиксировано уменьшение доли пациентов с выраженностью болевого синдрома 4 балла у 7% (16 человек) ( $p < 0,05$ ). В исследуемой группе регрессировал болевой синдром, равный 5 баллам, через 6 мес после проведенного курса терапии (см. рисунок).



**Таблица 1.** Динамика оценки данных тестового профиля «гибкость – сила – статика – динамика»,  $Me [Q_1; Q_3]$ **Table 1.** Dynamics of FSSD Diagnostic Profile Data Assessment,  $Me [Q_1; Q_3]$ 

Кондиционные способности / Physical conditions		До / Before	После / After	Через 6 месяцев / 6 months later
Сила, баллы / Strength, points	<i>Musculus rectus abdominis</i>	3,4 [2,8; 3,7]	4,6 [4,2; 4,8]*	4,2 [3,7; 4,8]#
	<i>M. extensor spinae</i>	3,4 [3; 4,1]	4,8 [4,2; 4,9]*	4,5 [4,2; 4,7]#
Выносливость к статической нагрузке, с / Static endurance, sec	<i>M. rectus abdominis</i>	34,6 [22,1; 47]	61,7 [53,8; 69]*	57,4 [48,2; 63,1]#
	<i>M. extensor spinae</i>	67 [51; 84]	97,1 [76,3; 104,5]*	95,2 [72,3; 99,5]#
Выносливость к динамической нагрузке, количество повторений / Dynamic endurance, repetitions	<i>M. rectus abdominis</i>	18 [14; 22]	31,7 [27; 33]*	30,1 [25,7; 31,4]#
	<i>M. extensor spinae</i>	14 [11; 19]	40,2 [38,1; 47,5]*	36,1 [34,2; 34,1]#

\*Анализ различий в группе до и после лечения произведен по критерию Вилкоксона,  $p < 0,05$ . #Анализ различий в группе до и через 6 мес после лечения произведен по критерию Вилкоксона,  $p < 0,05$ .

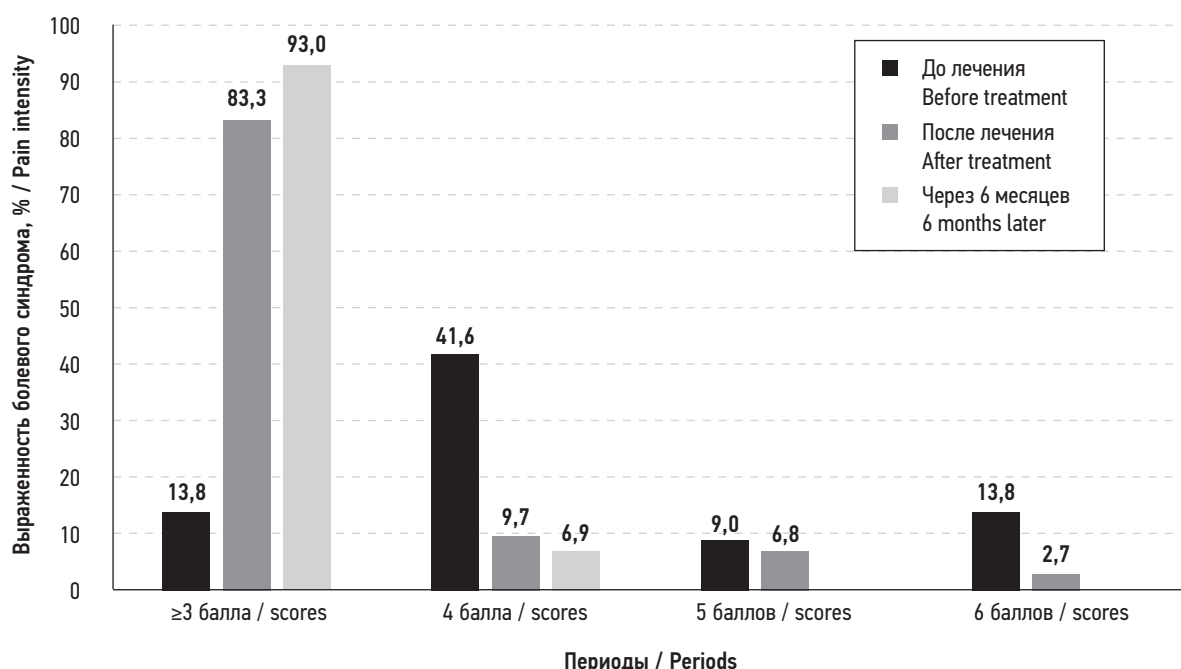
\*Differences between the 'Before' and 'After' treatment groups are assessed based on Wilcoxon signed-rank test,  $p < 0.05$ . #Differences between the 'Before' and '6 months later' treatment groups are assessed based on Wilcoxon signed-rank test,  $p < 0.05$ .

**Таблица 2.** Данные динамики показателей тензодинамометрии Back-Check Dr. Wolff при тестовых движениях,  $Me [Q_1; Q_3]$ **Table 2.** Dynamics of Tension Dynamometry for Diagnostic Trunk Movements using the Back-Check Dr. Wolff system,  $Me [Q_1; Q_3]$ 

Результаты тензодинамометрии, кг / Tension dynamometry results, kg	До / Before	После / After	Через 6 месяцев / 6 Months later
Разгибание спины / Trunk extension	35,66 [27; 39,5]	45,39 [41,2; 48,1]*	43,4 [39,2; 48,1]#
Сгибание спины / Trunk flexion	25,74 [21,1; 27]	34,01 [31,2; 37,1]*	31,7 [28,7; 35,6]#
Наклоны туловища влево / Left lateral trunk flexion	27,23 [27; 30]	35,46 [32,1; 36,7]*	33,7 [31,1; 35,2]#
Наклоны туловища вправо / Right lateral trunk flexion	26,74 [25; 31]	36,04 [31,7; 38,5]*	33,9 [31,7; 36,1]#

\*Анализ различий в группе до и после лечения произведен по критерию Вилкоксона,  $p < 0,05$ . #Анализ различий в группе до и через 6 мес после лечения произведен по критерию Вилкоксона,  $p < 0,05$ .

\*Differences between the 'Before' and 'After' treatment groups are assessed based on Wilcoxon signed-rank test,  $p < 0.05$ . #Differences between the 'Before' and '6 months later' treatment groups are assessed based on Wilcoxon signed-rank test,  $p < 0.05$ .



**Рисунок.** Динамика показателей визуально-аналоговой шкалы оценки болевого синдрома. Анализ различий проведен по критерию  $\chi^2$ ,  $p < 0,05$

**Figure.** Dynamics of Visual Analog Scale Indicators. Differences are assessed based on  $\chi^2$  criterion,  $p < 0.05$

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Достижение соответствия эталонным возрастным нормам со стороны показателей кондиционных способностей основных мышечных групп стабилизаторов корпуса и конечностей является базисной основой формирования оптимального двигательного стереотипа с рациональным распределением векторной нагрузки на звенья опорно-двигательного аппарата, в результате чего достигается нивелирование патологических проявлений дорсопатий, снижение выраженности болевого синдрома, а также общее улучшение качества жизни.

Применение комплексов лечебной физкультуры, основанных на упражнениях изометрического характера, приводит к достоверному увеличению мышечной силы, выносливости к статическим и динамическим нагрузкам. В результате этого происходит долгосрочная коррекция патологических изменений осанки и прочих дисфункциональных процессов, связанных с длительными компенсаторными перегрузками у пациентов с дорсопатиями.

Результатом применения программы лечебной физической культуры с использованием упражнений изометрического характера, выполняемых в статическом режиме, стало увеличение показателей силы мышц живота и спины в среднем на 55,9%; показателей выносливости к статическим нагрузкам, в среднем, — более чем в 2 раза; выносливости к динамическим нагрузкам, в среднем, — в 1,7 раза; улучшение тензодинамометрических показатели в спектре «сгибания спины» — на 38,6%; «разгибания спины» — на 60%; а также уменьшение выраженности болевого синдрома, суммарно, — более чем на 50%.

Данные комплексы упражнений лечебной физической культуры могут быть рекомендованы к использованию как на первых этапах медицинской реабилитации, так и в отдаленных периодах в профильных

учреждениях, занимающихся восстановительным лечением пациентов с нарушениями деятельности опорно-двигательного аппарата. Простота технического исполнения и отсутствие необходимости использования дополнительного оборудования позволяют выполнять комплексы упражнений изометрического характера амбулаторно и в домашних условиях с целью профилактики развития или рецидивирования клинических проявлений дорсопатий.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ / ADDITIONAL INFO

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: М.А. Еремушкин, С.В. Вакуленко — концепция и дизайн исследования, статистическая обработка, написание текста; С.В. Вакуленко — сбор и обработка материала, редактирование текста.

**Author contribution.** M.A. Eremushkin, S.V. Vakulenko — research concept and design, statistical processing, text writing; S.V. Vakulenko — collection and processing of material, text editing. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

**Источник финансирования.** Не указан.

**Funding source.** Not specified.

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

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

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сичинава Н.В. Оптимизация комплексных программ реабилитации больных с неврологическими проявлениями дегенеративных поражений пояснично-крестцового отдела позвоночника: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Москва, 2012. Режим доступа: <https://dlib.rsl.ru/viewer/01005046042#?page=1>. Дата обращения: 12.05.2021.
2. Хашиев Джвахери Сеид Али Анб. Комплексная методика физической реабилитации спортсменов с дорсалгиями в поясничном отделе позвоночника: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2005. Режим доступа: <https://dlib.rsl.ru/viewer/01002930965#?page=1>. Дата обращения: 12.05.2021.
3. Иваничев Г.А. Миофасциальная боль. Казань, 2007. 392 с.
4. Попелянский Я.Ю. Ортопедическая неврология. Вертеброневрология. Москва : МЕДпресс-информ, 2011. 670 с.
5. Walsh D.A. Angiogenesis in osteoarthritis and spondylosis: successful repair with undesirable outcomes // *Curr Opin Rheumatol*. 2004. Vol. 16, N 5. P. 609–615. doi: 10.1097/01.bor.0000133662.60223.ee
6. Хабилов Ф.А. Лечебные блокады при болевых миофасциальных и туннельных синдромах. Казань : Медицина, 2009. 262 с.
7. Viitanen J.V., Kokko M.L., Heikkilä S., Kautiainen H. Neck mobility assessment in ankylosing spondylitis: a clinical study of nine measurements including new tape methods for cervical rotation and lateral flexion // *Br J Rheumatol*. 1998. Vol. 37, N 4. P. 377–381. doi: 10.1093/rheumatology/37.4.377
8. Жулев Н.М. Остеохондроз позвоночника. Санкт-Петербург : АураИнфо, 2013. 239 с.
9. Щеколова Н.Б., Таскаев А.Л. Возможности немедикаментозной коррекции болевого синдрома и ортопедических нарушений при дегенеративно-дистрофических изменениях позвоночника // *Пермский медицинский журнал*. 2015. Т. 32, № 4. С. 25–31.
10. Молчановский В.В. Этиология, пато- и саногенез неспецифической вертеброневрологической патологии. Ч. 4. В кн.: Молчановский В.В., Тринитатский Ю.В., Ходарев С.В. Вертеброневрология. Ростов-на-Дону: СКНЦ ВШ ЮФУ, 2015. 396 с.

11. Satpute K., Hall T., Bisen R., Lokhande P. The effect of spinal mobilization with leg movement in patients with lumbar radiculopathy—a double-blind randomized controlled trial // *Arch Phys Med Rehabil*. 2019. Vol. 100, N 5. P. 828–836. doi: 10.1016/j.apmr.2018.11.004
12. Greenwood J., McGregor A., Jones F., et al. Rehabilitation following lumbar fusion surgery // *Spine (Phila Pa 1976)*. 2016. Vol. 41, N 1. P. 28–36. doi: 10.1097/brs.0000000000001132
13. Фудин Н.А., Хадарцев А.А. Эффекты изометрических нагрузок у здоровых лиц, спортсменов и при различной патологии (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2019. № 6. С. 173–184. doi: 10.24411/2075-4094-2019-16587
14. Joyce A.A., Kotler D.H. Core training in low back disorders: role of the pilates method // *Curr Sports Med Rep*. 2017. Vol. 16, N 3. P. 156–161. doi: 10.1249/JSR.0000000000000365
15. O'Driscoll J.M., Taylor K.A., Wiles J.D., et al. Acute cardiac functional and mechanical responses to isometric exercise in pre-

- hypertensive males // *Physiol Rep*. 2017. Vol. 5, N 7. P. e13236. doi: 10.14814/phy2.13236
16. Cho S.H., Park S.Y. Immediate effects of isometric trunk stabilization exercises with suspension device on flexion extension ratio and strength in chronic low back pain patients // *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2019. Vol. 32, N 3. P. 431–436. doi: 10.3233/BMR-181298
17. Alves M.C., de Souza Neto R.J., Barbosa R.I., et al. Effects of a Pilates protocol in individuals with non-specific low back pain compared with healthy individuals: clinical and electromyographic analysis // *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2020. Vol. 72. P. 172–178. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2019.12.009
18. Атаев З.М. Изометрическая гимнастика при лечении переломов трубчатых костей. Москва : Медицина, 1973. 160 с.
19. Еремушкин М.А. Двигательная активность и здоровье. От лечебной гимнастики до паркура. Москва : Спорт, 2016. 184 с.

## REFERENCES

1. Sichinava NV. *Optimizatsiya kompleksnykh programm reabilitatsii bol'nykh s nevrologicheskimi proyavleniyami degenerativnykh porazhenii poyasnichno-kresttsovogo otdela pozvonochnika* [dissertation abstract]. Moscow; 2012. Available from: <https://dlib.rsl.ru/viewer/01005046042#?page=1>. (In Russ).
2. Khashemi Dzhvakheri Seed Ali Akb. *Kompleksnaya metodika fizicheskoi reabilitatsii sportmenov s dorsalgiiami v poyasnichnom otdela pozvonochnika* [dissertation abstract]. Moscow; 2005. Available from: <https://dlib.rsl.ru/viewer/01002930965#?page=1>. (In Russ).
3. Ivanichev GA. *Miofastsial'naya bol'*. Kazan; 2007. 392 p. (In Russ).
4. Popelyanskii YaYu. *Ortopedicheskaya nevrologiya. Vertebro-nevrologiya*. Moscow: MEDpress-inform; 2011. 670 p. (In Russ).
5. Walsh DA. Angiogenesis in osteoarthritis and spondylosis: successful repair with undesirable outcomes. *Curr Opin Rheumatol*. 2004;16(5):609–615. doi: 10.1097/01.bor.0000133662.60223.ee
6. Khabirov FA. *Lechebnye blokady pri bolevykh miofastsial'nykh i tunnel'nykh sindromakh*. Kazan: Meditsina; 2009. 262 p. (In Russ).
7. Viitanen JV, Kokko ML, Heikkilä S, Kautiainen H. Neck mobility assessment in ankylosing spondylitis: a clinical study of nine measurements including new tape methods for cervical rotation and lateral flexion. *Br J Rheumatol*. 1998;37(4):377–381. doi: 10.1093/rheumatology/37.4.377
8. Zhulev NM. *Osteokhondroz pozvonochnika*. St. Petersburg: AuralInfo; 2013. 239 p. (In Russ).
9. Shchekolova NB, Taskaev AL. Opportunities of nonmedicamentous correction of pain syndrome and orthopedic disturbances in degenerative-dystrophic spinal column changes. *Permskii meditsinskii zhurnal*. 2015;32(4):25–31. (In Russ).
10. Molchanovskii VV. Etiologiya, pato- i sanogenez nespetsificheskoi vertebro-nevrologicheskoi patologii. Ch. 4. In: Molchanovskii VV, Trinitatskii YuV, Khodarev CV. *Vertebro-nevrologiya*. Rostov-on-Don: SKNTs VSh YuFU; 2015. 396 p. (In Russ).
11. Satpute K, Hall T, Bisen R, Lokhande P. The effect of spinal mobilization with leg movement in patients with lumbar radiculopathy—a double-blind randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2019;100(5):828–836. doi: 10.1016/j.apmr.2018.11.004
12. Greenwood J, McGregor A, Jones F, et al. Rehabilitation following lumbar fusion surgery. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2016;41(1):28–36. doi: 10.1097/brs.0000000000001132
13. Fudin NA, Khadartsev AA. Effects of isometric loads in healthy persons, athletes at different pathology (literature review). *Journal of new medical technologies, e-edition*. 2019;(6):173–184. (In Russ). doi: 10.24411/2075-4094-2019-16587
14. Joyce AA, Kotler DH. Core training in low back disorders: role of the pilates method. *Curr Sports Med Rep*. 2017;16(3):156–161. doi: 10.1249/JSR.0000000000000365
15. O'Driscoll JM, Taylor KA, Wiles JD, et al. Acute cardiac functional and mechanical responses to isometric exercise in prehypertensive males. *Physiol Rep*. 2017;5(7):e13236. doi: 10.14814/phy2.13236
16. Cho SH, Park SY. Immediate effects of isometric trunk stabilization exercises with suspension device on flexion extension ratio and strength in chronic low back pain patients. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2019;32(3):431–436. doi: 10.3233/BMR-181298
17. Alves MC, de Souza Neto RJ, Barbosa RI, et al. Effects of a Pilates protocol in individuals with non-specific low back pain compared with healthy individuals: clinical and electromyographic analysis. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2020;72:172–178. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2019.12.009
18. Атаев ЗМ. *Izometricheskaya gimnastika pri lechenii perelomov trubchatykh kostei*. Moscow: Meditsina; 1973. 160 p. (In Russ).
19. Yeremushkin MA. *Dvigatel'naya aktivnost' i zdorov'e. Ot lechebnoi gimnastiki do parkura*. Moscow: Sport; 2016. 184 p. (In Russ).

## ОБ АВТОРАХ

**\*Софья Владимировна Вакуленко**, врач-невролог;  
адрес: Россия, 248001, Калуга, ул. Вишневого, д. 1;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1372-2398>;  
e-mail: [vakulenko.sonya@gmail.com](mailto:vakulenko.sonya@gmail.com).

**Михаил Анатольевич Еремускин**, д-р мед. наук, профессор;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3452-8706>;  
e-mail: [EremushkinMA@nmicrk.ru](mailto:EremushkinMA@nmicrk.ru).

## AUTHORS INFO

**Sofya V. Vakulenko**, MD, neurologist;  
1, Vishnevsky str., 248001, Kaluga, Russia;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1372-2398>;  
e-mail: [vakulenko.sonya@gmail.com](mailto:vakulenko.sonya@gmail.com).

**Mikhail A. Yermushkin**, Dr. Sci. (Med.), professor;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3452-8706>;  
e-mail: [EremushkinMA@nmicrk.ru](mailto:EremushkinMA@nmicrk.ru).

---

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author



DOI: <https://doi.org/10.17816/vto71476>

# Электрофизиологические паттерны седалищного нерва у пациентов с деформирующим артрозом тазобедренных суставов

В.В. Островский, Г.А. Коршунова, С.П. Бажанов, А.А. Чехонацкий, В.С. Толкачев

Научно-исследовательский институт травматологии, ортопедии и нейрохирургии, Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского, Саратов, Россия

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Неврологические осложнения после тотального эндопротезирования (ТЭП) тазобедренного сустава (ТБС) со стороны седалищного нерва (СН), наблюдаемые в 0,9–3,2% случаев у пациентов с деформирующим артрозом ТБС, являются причиной необходимости определения состояния СН до ТЭП.

**Цель.** оценить исходное состояние функциональной активности СН по электрофизиологическим данным у пациентов с деформирующим артрозом ТБС.

**Материалы и методы.** Проведена электронейромиография (ЭНМГ) М-ответов малоберцового и большеберцового нервов, F-волн у 66 пациентов с диспластическим коксартрозом и у 12 — с посттравматическим коксартрозом. Полученные данные сравнивали с данными контрольной группы.

**Результаты.** Изменения данных малоберцового нерва у 49 пациентов с диспластическим коксартрозом были двухсторонними и достоверно отличались только от данных нормы. В 19 из 66 случаев (27,9%) значимо низкие значения М-ответов ( $p < 0,02$ ) выявлены на стороне, подлежащей ТЭП. В 87,3% случаев выявлены признаки снижения проводимости проксимальных отрезков большеберцового нерва. У пациентов с посттравматическим коксартрозом значения показателей как малоберцового, так и большеберцового нервов на стороне поражения были достоверно ниже и составляли всего 42–50% данных противоположной стороны. Бессимптомное течение денервационных нарушений в мышцах бедра и голени в ряде случаев требовало проведения игольчатой ЭМГ для выявления признаков нарушения моторной иннервации. Наличие у 65% пациентов А-волн указывало на локальное поражение одной или обеих порций СН.

**Заключение.** Результаты ЭНМГ у больных диспластическим артрозом ТБС позволили выявить признаки neuropathии в предоперационном периоде и снизить риск развития неврологических осложнений в послеоперационном периоде.

**Ключевые слова:** седалищный нерв; деформирующий артроз; тотальное эндопротезирование; ТЭП; тазобедренный сустав; электронейромиография; ЭНМГ.

## Как цитировать:

Островский В.В., Коршунова Г.А., Бажанов С.П., Чехонацкий А.А., Толкачев В.С. Электрофизиологические паттерны седалищного нерва у пациентов с деформирующим артрозом тазобедренных суставов // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2021. Т. 28, No 2. С. 47–54. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto71476>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto71476>

# Electrophysiological patterns of sciatic nerve in patients with arthrosis deformans of the hip

Vladimir V. Ostrovskij, Galina A. Korshunova, Sergey P. Bazhanov, Andrei A. Chekhonatsky, Vladimir S. Tolkachev

Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, V.I. Razumovsky Saratov State Medical University, Saratov, Russia

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** Neurological complications in sciatic nerve (SN) after a total hip replacement (THR) are observed in 0.9–3.2% of cases in patients with arthrosis deformans and age-related morphologic changes in SN. These cause the need for SN evaluation before THR. This research was aimed at the evaluation of the initial SN capacity with electrophysiological findings in patients with arthrosis deformans of the hip.

**MATERIALS AND METHODS:** Electroneuromyography (ENMG) was used to evaluate fibular and tibial nerves M-responses as well as F-waves in 66 patients with dysplastic coxarthrosis and 12 patients with posttraumatic coxarthrosis. The findings were compared to those of the controls.

**RESULTS:** Changes in ENMG findings for fibular nerve in 49 patients with dysplastic coxarthrosis were bilateral and showed significant difference only from the norm. In 19 of 66 cases (27.9%) low M-responses ( $p < 0.02$ ) were found in the side subject to THR. In 87.3% of cases, the signs of a decrease in the conductivity of proximal segments of the tibial nerve were revealed. In patients with posttraumatic coxarthrosis, the significant decrease in ENMG findings from both fibular and tibial nerves was observed in the affected side, they made up just 42–50% of those in the opposite side. Asymptomatic progress of denervation damage in hip and tibia muscles sometimes required needle EMG to find the signs of motor innervation disorder. A-waves revealed in 65% of patients suggested local damage to one or both portions of SN.

**CONCLUSION:** ENMG findings in patients with dysplastic arthrosis of the hip enabled revealing of the signs of neuropathy before surgeries and decreasing the risk of neurologic post-surgery complications.

**Keywords:** sciatic nerve; arthrosis deformans; THR; hip joint; ENMG.

## To cite this article:

Ostrovskij VV, Korshunova GA, Bazhanov SP, Chekhonatskij AA, Tolkachev VS. Electrophysiological patterns of sciatic nerve in patients with arthrosis deformans of the hip. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2021;28(2):47–54. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto71476>

## АКТУАЛЬНОСТЬ

Количество проведенных операций тотального эндопротезирования (ТЭП) тазобедренного сустава (ТБС) неуклонно растет во всем мире, в России оно составляет 60,2% от числа всех ТЭП [1]. Среди коксартрозов на диспластический приходится до 80% случаев [2–4]. Одно из осложнений ТЭП ТБС — поражение седалищного нерва (СН), составляющее, по данным разных авторов, от 0,9 до 3,2%. В связи с этим особого внимания требуют пациенты, оперированные ранее по поводу врожденной патологии ТБС, так как частота неврологических осложнений после имплантации сустава у них в 3 раза выше, чем у пациентов с диспластическим коксартрозом [5–7]. Большое число операций ТЭП ТБС выполняют лицам старше 55 лет, когда и без поражения СН происходит возрастная морфологическая перестройка с уменьшением количества нервных волокон в его пучках на 36%, а количество соединительной ткани увеличивается на 17%, уменьшается толщина миелиновой оболочки [8, 9]. Неблагоприятным фактором также, влияющим на состояние СН у пациентов с диспластическим коксартрозом, является наличие к моменту замены сустава стойких радикулярных поражений и миодистрофических изменений в мышцах, окружающих ТБС [10–15]. При повреждении СН могут страдать обе порции, но чаще и более грубо — малоберцовая. Это можно объяснить анатомическими особенностями расположения малоберцовой порции нерва, вариантами разделения седалищного нерва на порции и слабой сосудистой сетью, кровоснабжающей нервный ствол [16].

Зная об анатомо-морфологических особенностях СН у пациентов с тяжелым остеоартрозом ТБС, перед ТЭП возникает необходимость объективизации состояния СН для профилактики неврологических осложнений в послеоперационном периоде. Между тем результаты электронейромиографии (ЭНМГ) и электромиографии (ЭМГ), оценивающих состояние периферических нервов у пациентов с деформирующим артрозом ТБС до ТЭП, освещены в недостаточном объеме [17, 18]. Это можно объяснить тем, что при первичном осмотре у большинства пациентов не выявляются клинические признаки невропатии периферических нервов.

*Цель исследования* — оценить исходное состояние функциональной активности СН по электрофизиологическим данным у пациентов с деформирующим артрозом ТБС.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведено исследование 78 больных в возрасте 36–70 лет (средний возраст  $57,5 \pm 10,6$  года). Из них 61 пациент женского пола и 17 — мужского. Из 78 пациентов диагноз диспластического коксартроза 2–3-й стадии на основании результатов клинико-лучевой диагностики

установлен в 66, посттравматический — в 12 случаях. Из 66 больных 9 оперированы в детском возрасте по поводу врожденного вывиха ТБС. Контрольную группу составили 20 человек без дегенеративных поражений суставов и неврологических жалоб. Критерием включения было наличие диспластического коксартроза 2–3-й стадии, посттравматического деформирующего артроза (ДА) ТБС без клинических симптомов невропатии СН. Критерий исключения: ревизионное тотальное эндопротезирование (реТЭП).

Все пациенты при поступлении предъявляли жалобы на боль различной интенсивности в области пораженного ТБС, усиливающиеся при движении и нагрузке, неопороспособность конечности, ее укорочение. Клинически у всех пациентов отмечалось относительное укорочение пораженной нижней конечности разной степени выраженности: до 3 см — у 28 человек (37,3%), 3 см — у 45 (60%), свыше 4 см — у 5 (3%). Сила мышц голени оценивалась по шкале силы мышечного сокращения и объема произвольных движений (MRCs) и составляла 4–5 баллов. Слабые парестезии на уровне бедра и голени отмечены у 4 из 10 пациентов после переломовывиха ТБС и у 7 пациентов с диспластическим коксартрозом. Ограничения тыльного и подошвенного сгибания в голеностопном суставе не было.

Всем пациентам в предоперационный период проводили ЭНМГ и ЭМГ на электромиографе Dantec Keypoint (Alpine Biomed, Дания) с применением стандартных методов исследования с определением моторных ответов (М-ответов), скорости проведения импульса по моторным волокнам (СПИэфф), малоберцового и большеберцового нервов с двух сторон. Проводимость проксимальных отрезков нервов и корешков спинного мозга оценивалась по латентному периоду поздних антидромных ответов мотонейронов — ЛП F-волн [19, 20].

Полученные ЭНМГ-данные сопоставляли по сторонам и с показателями контрольной группы. Так как у больных диспластическим коксартрозом поражение может быть и двустороннего характера, за большую сторону принималась сторона, на которой планировалась имплантация эндопротеза сустава.

Из-за различия этиопатогенеза, частоты неврологических осложнений при первичном и вторичном (посттравматическом) ДА ТБС пациентов разделили на две группы. В первую группу вошли пациенты с диспластическим коксартрозом, во вторую — с ранее перенесенным травматическим повреждением ТБС, без учета величины укорочения конечности.

*Этический комитет.* Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России (№ 7 от 02.02.2021).

Полученные результаты обработаны статистически с применением пакета программ StatSoft Statistica.

Сравнение количественных параметров в исследуемых группах (проспективные и ретроспективные) проводили с использованием критерия Манна–Уитни. Критерием статистической значимости различий являлась величина  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ

ЭНМГ проводили при поступлении пациентов в стационар. ЭНМГ-данные малоберцового и большеберцового нервов пациентов с диспластическим коксартрозом приведены в табл. 1.

Сопоставление ЭНМГ-показателей М-ответов малоберцового, большеберцового нервов и ЛП F-волн пациентов первой группы по сторонам значимых отличий не показало. Достоверные отличия по амплитуде М-ответов малоберцового нерва выявлены только с данными контрольной группы. Это можно объяснить двусторонним снижением моторных ответов у 49 (72,1%) из 68 пациентов. В 19 случаях (27,9%) показатели малоберцового нерва на стороне поражения были ниже нижней границы нормы, достоверно отличались от контралатеральной стороны ( $1,7 \pm 0,6$ ;  $p = 0,02$ ) и нормы (0,00001). Значимых различий ЭНМГ-данных большеберцового нерва не отмечено. Более информативным оказалось сопоставление М-ответов большеберцового нерва, регистрируемых на стимуляцию на разных уровнях. В 86,8% случаев (59 человек) выявлено снижение амплитуды проксимального М-ответа относительно значений дистального более чем на 35%. В среднем величина блока проводимости проксимального отрезка нерва составляла  $43,7 \pm 23,9\%$  ( $p < 0,05$ ). Максимальное значение достигало 93%.

Средние значения времени проведения импульса на уровне голени и S1-корешков спинного мозга по данным ЛП F-волн значимо не отличались от контрольной группы. У 23% пациентов с ДА ТБС наблюдалась

асимметрия ЛП F-волн большеберцового нерва, которая превышала допустимые значения и составляла в среднем  $3,5 \pm 0,7$  мс. ЭНМГ признаки радикулярных поражений подтверждались данными компьютерной и магнитно-резонансной томографии. Изменения нейрональных ответов, регистрируемых на стимуляцию малоберцового нерва, проявлялись отсутствием F-волн у пациентов с амплитудой М-ответа ниже 3,0 мВ.

В табл. 2 представлены результаты первичного ЭНМГ-исследования малоберцового и большеберцового нервов 12 пациентов с посттравматическим артрозом ТБС.

Анализ результатов пациентов с вторичным ДА ТБС выявил отличия большего числа ЭНМГ-показателей. Значимое снижение времени проведения импульса на уровне терминалей нерва ( $p < 0,002$ ), амплитуд М-ответов ( $p < 0,002$ ), СПИЭфф ( $p < 0,04$ ) и показателей ЛП F-волн ( $p < 0,03$ ) было значимым на пораженной стороне относительно контралатеральной конечности, данные контрольной группы ЭНМГ-показатели моторных ответов большеберцового и малоберцового нервов пораженной конечности составляли всего 42,2 и 50% от данных контрольной группы соответственно.

Следует отметить, что по сложившемуся в НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии СГМУ алгоритму электрофизиологических исследований пациентов с подозрением на поражение периферических нервов, после ЭНМГ проводится игольчатая ЭМГ для выявления признаков нарушения моторной иннервации. Активно текущие денервационные процессы в мышцах бедра и голени являлись противопоказанием для ТЭП, независимо от ЭНМГ-данных. Так, в ходе исследований у 2 пациентов М-ответы малоберцового и большеберцового нервов были сниженными, не превышали 1,2 и 3,5 мВ соответственно. Игольчатая ЭМГ показала наличие денервационной активности (потенциалы фибрилляции и позитивные острые волны) в обеих головках двуглавой мышцы бедра, в передней

**Таблица 1.** Показатели электронейромиографии малоберцового и большеберцового нервов пациентов с диспластическим коксартрозом

**Table 1.** Indicators of electroneuromyography of the peroneal and tibial nerves in patients with dysplastic coxarthrosis

Нерв (n=68), сторона	ЛП, мс	Амплитуда, мВ	Блок проведения, %	СПИЭфф, м/с	F-волна, мс, n=37
Малоберцовый, больная	$3,0 \pm 0,6$	$3,5 \pm 1,7^{***}$	$33,6 \pm 13,3$	$49,6 \pm 7,5$	$39,5 \pm 11,3$
Относительно здоровая	$2,8 \pm 0,6$	$4,14 \pm 1,4$	$23,2 \pm 12$	$50,2 \pm 11,5$	$42,1 \pm 5,3$
Контрольная	$2,9 \pm 0,3$	$5,1 \pm 0,8$	$9,6 \pm 6,6$	$52,9 \pm 4,8$	$41,9 \pm 4,7$
Большеберцовый, больная	$3,8 \pm 0,7^*$	$7,6 \pm 2,6$	$44,7 \pm 23,9^{**}$	$45,4 \pm 5,9$	$42,9 \pm 4,4$
Относительно здоровая	$3,9 \pm 0,7$	$6,9 \pm 2,9$	$37,7 \pm 17,9$	$48,3 \pm 9,3$	$44,1 \pm 5,9$
Контрольная	$2,9 \pm 0,5$	$9,4 \pm 1,3$	$9,0 \pm 6,7$	$55,8 \pm 4,2$	$45,6 \pm 3,8$

*Примечание.* ЛП — латентный период, СПИЭфф — скорость проведения импульса по моторным волокнам. Достоверные различия между одноименными показателями больной стороны и данных контрольной группы.

\* $p < 0,02$ , \*\* $p < 0,03$ , \*\*\* $p < 0,015$ .

*Note.* LT — latent time, SIceff — speed of impulse conduction along motor fibers. Significant differences between the same indicators of the affected side and the data of the control group.

\* $p < 0,02$ , \*\* $p < 0,03$ , \*\*\* $p < 0,015$ .



**Таблица 2.** Показатели электронейромиографии малоберцового и большеберцового нервов пациентов с посттравматическим коксартрозом**Table 2.** Indicators of electroneuromyography of the peroneal and tibial nerves in patients with post-traumatic coxarthrosis

Нерв (n=10), сторона	ЛП, мс	Амплитуда, мВ	Блок проведения, %	СПИэфф, м/с	F-волна, мс
Малоберцовый, больная	3,2±0,8	2,4±0,9 <sup>#</sup>	44,0±11,1 <sup>**,#</sup>	43,7±3,1	43,6±2,9
Здоровая	2,9±0,2	4,8±0,8	15,1±0,4	57,3±6,7	38,2±3,4
Контрольная	2,9±0,3	5,1±0,8	9,6±6,6	52,9±4,8	41,9±4,7
Большеберцовый, больная	3,5±0,5 <sup>^^^</sup>	4,9±1,7 <sup>^</sup>	32,5±11,7 <sup>^^</sup>	52,7±3,8	47,5±3,7
Здоровая	3,0±0,8	9,7±2,4	52,4±2,8 <sup>^^</sup>	48,7±3,5	44,7±2,7
Контрольная	2,9±0,5	9,4±1,3	9,0±6,7	55,8±4,2	45,6±3,8

Примечание. ЛП — латентный период, СПИэфф — скорость проведения импульса по моторным волокнам.

\*Достоверность различий между значениями больной и здоровой стороны малоберцового нерва,  $p < 0,002$ , \*\* $p < 0,03$ ; #достоверность различий между значениями больной стороны и данными контрольной группы малоберцового нерва,  $p < 0,0002$ , ## $p < 0,003$ ; ^достоверность различий между значениями больной и здоровой стороны большеберцового нерва,  $p < 0,0002$ , ^^ $p < 0,01$ , ^^ $p < 0,002$ .

Note. LT — latent time, SICEff — speed of impulse conduction along motor fibers.

\*Significance of differences between the values of the affected and healthy sides of the peroneal nerve,  $p < 0.002$ , \*\* $p < 0.03$ ; #reliability of differences between the values of the affected side and the data of the control group of the peroneal nerve,  $p < 0.0002$ , ## $p < 0.003$ ; ^reliability of differences between the values of the affected and healthy sides of the tibial nerve,  $p < 0.0002$ , ^^ $p < 0.01$ , ^^ $p < 0.002$ .

большеберцовой и икроножной мышцах. В связи с ЭНМГ и ЭМГ-признаками поражения обеих порций СН с нарушением моторной иннервации на уровне бедра и голени, ТЭП было отложено, пациенты переведены в отделение нейрохирургии.

Наряду с количественными показателями, при исследовании афферентно-эфферентной проводимости проксимальных отрезков нервов и корешков спинного мозга оценивался вид кривых F-волн. Между M-ответом и F-волнами по обоим или одному из нервов регистрировались дополнительные, фиксированные ранние ответы — A-волны с разбросом латентного периода от 17 до 21 мс или в виде полифазных комплексов.

A-волны чаще регистрировались по большеберцовому нерву на стороне наибольшего поражения сустава с укорочением конечности на 3 см и более у 11 пациентов первой группы (16%) и 6 пациентов (50%) второй группы. Повторную ЭНМГ в ранние сроки после имплантации сустава проводили по показаниям 6 пациентам с диспластическим коксартрозом с жалобами на парестезии и снижение чувствительности по передней поверхности голени. Снижение ЭНМГ-показателей не превышало 10% исходных данных, несмотря на регистрируемую A-волну у 5 из 6 пациентов до операции. У одной пациентки с посттравматическим артрозом ТБС на вторые сутки появились болевые ощущения по задней поверхности бедра и слабость тыльного сгибания стопы оперированной стороны. M-ответ малоберцового нерва не превышал 0,8 мВ, F-волны отсутствовали. ЭНМГ-данные, полученные до операции, демонстрировали M-ответ амплитудой 1,4 мВ, что свидетельствовало об аксональном поражении малоберцовой порции СН, но без ЭМГ-признаков нарушения моторной иннервации. Несмотря на проводимое физиофункциональное и медикаментозное лечение

на основании ЭНМГ- и ЭМГ-мониторинга в течение месяца выявили нарастание денервационных нарушений; пациентке был проведен невролиз СН с последующей прямой электромодуляцией.

Повторная ЭНМГ, выполненная через месяц после имплантации ТБС 64 пациентам первой группы и 10 — второй, достоверных отличий ЭНМГ-данных не выявили. Показатели M-ответов малоберцового нерва при первичном исследовании составляли 3,5±1,7 мВ, при повторном — 3,8±1,3 мВ. Умеренное снижение амплитуд M-ответов, не превышающее 23% первичных данных, отмечено в основном у пациентов второй группы.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ результатов пациентов с диспластическим коксартрозом показал, что у 28% больных значимое снижение показателей малоберцового нерва по сравнению с нормой и данными контралатеральной конечности, свидетельствующее о его аксональном поражении, было на стороне предстоящего ТЭП. Подобные изменения регистрировались у ранее оперированных по поводу врожденного вывиха ТБС. Полученные результаты соответствуют литературным данным о более частых неврологических осложнениях при ТЭП у пациентов, перенесших в детстве хирургическое лечение деформаций ТБС. О снижении проводниковых свойств проксимального отрезка большеберцового нерва на уровне бедра в 86,8% случаев и выявленная асимметрия показателей времени проведения на уровне корешков L5, S1 спинного мозга у 43 из 68 пациентов более чем на 2 мс указывала на наличие радикулярных нарушений, подтвержденных данными лучевой диагностики.

У пациентов с посттравматическим артрозом ТБС на стороне пораженного сустава были выявлены ЭНМГ-признаки преимущественно аксонального поражения не только малоберцового, но и большеберцового нервов в связи с тракционными и компрессионно-ишемическими поражениями СН во время травмы. На необходимость электрофизиологического исследования перед ТЭП у таких пациентов указывает и бессимптомное течение денервационных процессов в мышцах бедра и голени, выявленных по данным игольчатой ЭМГ. Наличие аксон-рефлекса, выявленное при исследовании F-волн, у 11 пациентов с дисплазией ТБС и у 6 с посттравматическим коксартрозом с укорочением конечности более 3 см свидетельствовало о локальном разветвлении аксонов в ответ на компрессию нерва и указывало на наличие локально пораженного участка [3]. Мы расценивали А-волну как ЭНМГ-признак локального поражения обеих или одной из порций СН.

Повторная ЭНМГ через месяц после ТЭП не показала отрицательной динамики ЭНМГ-данных обоих нервов в большинстве наблюдений, в результате выявленных изменений электрофизиологических данных о состоянии СН в предоперационный период. Однако не всегда удается избежать неврологических осложнений при имплантации ТБС при тяжелых деформациях сустава, о чем свидетельствуют данные литературы [21, 22], но своевременное проведение ЭНМГ-мониторинга способствует восстановлению проводниковой функции нерва. В послеоперационный и реабилитационный периоды, когда увеличивается нагрузка на оперированную конечность, знание об уровне и протяженности поражения нерва позволит избежать усиления болевого синдрома и индивидуально корректировать реабилитационную программу пациента.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведение ЭНМГ у пациентов с ДА ТБС в предоперационном периоде позволило выявить уже имеющиеся признаки аксонального поражения преимущественно малоберцового нерва, ЭНМГ-признаки локальных поражений одной или обеих порций СН, снижение проводниковой функции проксимальных отрезков большеберцового нерва, признаки прогрессирующей

невропатии у пациентов с посттравматическим коксартрозом. Результаты электрофизиологической диагностики дают возможность функционального прогноза риска развития неврологических осложнений после ТЭП.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ / ADDITIONAL INFO

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: С.П. Бажанов, В.В. Островский — концепция и дизайн исследования; Г.А. Коршунова — сбор и обработка материала, написание текста; В.С. Толкачев — статистическая обработка; В.В. Островский, А.А. Чехонацкий — редактирование.

**Author contribution.** S.P. Bazhanov, V.V. Ostrovskij — concept and design of the research; G.A. Korshunova — data collection and processing, writing; V.S. Tolkachev — statistical analysis; V.V. Ostrovskij, A.A. Chekhonatsky — editing. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

**Источник финансирования.** Исследование выполнено в рамках проекта НИР НИИТОН СГМУ «Разработка системы поддержки принятия врачебных решений при комплексном лечении травм периферической нервной системы методами электронеуромодуляции», номер государственной регистрации 121032300173-9.

**Funding source.** This research was a part of the government assignment 121032300173-9 'Designing the medical decision making support system in combined treatment of the peripheral nervous system injuries with electroneuromodulation methods' performed by the Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education 'V.I. Razumovsky Saratov State Medical University', the Russian Federation Ministry of Healthcare.

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

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

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вебер Е.В., Воронцова Т.Н., Богопольская А.С., Безгодков Ю.А. Маршрутизация взрослых пациентов с патологией тазобедренного и коленного суставов // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 2. С. 94.
2. Корьяк В.А., Сороковиков В. А., Свистунов В.В., Шарова Т.В. Эпидемиология коксартроза // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). 2013. Т. 123. № 8. С. 39–45.
3. Волокитина Е.А., Зайцева О.П., Колотыгин Д.А., Вишняков А.А. Локальные интраоперационные и ранние послеоперационные осложнения эндопротезирования тазобедренного сустава // Гений ортопедии. 2009. № 3. С. 71–77.
4. Gusta A., Jakuszewski M., Kedzierski M. Neurological complication after total hip replacement // Chir Narzadow Ruchu Ortop Pol. 2004. Vol. 69, N 3. P. 185–187. (In Polish).

5. Su E.P. Post-operative neuropathy after total hip arthroplasty // *Bone Joint J.* 2017. Vol. 99-B, N 1 Supple A. P. 46–49. doi: 10.1302/0301-620X.99B1.BJJ-2016-0430.R1
6. Сафаров Дж.М., Артыков К.П., Сафаров Д.Д. Профилактика и лечение нейропатий седалищного нерва при эндопротезировании по поводу врожденного вывиха головки бедра // *Вестник Академии медицинских наук Таджикистана.* 2017. № 2. С. 56–60.
7. Сафаров Д.М. Осложнения при эндопротезировании тазобедренного сустава // *Вестник Авиценны.* 2017. Т. 19. № 4. С. 528–531. doi: 10.25005/2074-0581-2017-19-4-528-531
8. Баландина И.А., Желтикова Т.Н., Желтиков И.Г., и др. Морфометрические характеристики миелиновых волокон седалищного нерва // *Фундаментальные исследования.* 2013. № 5–1. С. 28–32.
9. Мельников И.И. Анатомические особенности седалищного нерва на этапах постнатального онтогенеза : автореф. дис. ... канд. мед. наук. Уфа, 2012. 26 с.
10. Шнайдер Л.С. Изменения позвоночно-тазовых взаимоотношений у пациентов с дисплазией тазобедренных суставов IV степени по Crowe при эндопротезировании : автореф. дис. ... канд. мед. наук. Новосибирск, 2019. 22 с.
11. Скоромец А.А., Герман Д.Г., Ирецкая М.В., Брамман Л.Л. Туннельные компрессионно-ишемические моно- и мультиневропатии. Москва : ГЭОТАР-Медицина, 2015. С. 371.
12. Гудз А.И., Денисов А.О., Ласунский С.А., и др. Лечение сложных переломов вертлужной впадины и их последствий // *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова.* 2017. № 2. С. 70–76.
13. Петров А.Б., Рузанов В.И., Машуков Т.С. Отдаленные результаты хирургического лечения пациентов с переломами вертлужной впадины // *Гений ортопедии.* 2020. Т. 26. № 3. С. 300–305. doi: 10.18019/1028-4427-2020-26-3-300-305
14. Близикуков В.В. Эндопротезирование тазобедренного сустава у пациентов с деформациями бедренной кости : автореф. дис. ... канд. мед. наук. Санкт-Петербург, 2014. 25 с.
15. Kamarudin K.I., Hamid M.H., Yaacob S.S., et al. Incidence of sciatic nerve palsy associated with reconstruction plate fixation of posterior wall and posterior column of acetabulum through posterior approach and its prognosis // *MOJ Orthop Rheumatol.* 2018. Vol. 10, N 6. P. 350–353. doi: 10.15406/mojor.2018.10.00447
16. Чехонацкий А.А. Диагностика и комплексное лечение поражений седалищного нерва при переломах вертлужной впадины : автореф. дис. ... канд. мед. наук. Саратов, 1996. 14 с.
17. Момбеков А.О. Доступы к тазобедренному суставу при эндопротезировании и их влияние на функциональные и отдаленные результаты : автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2005. 10 с.
18. Решетников А.Н., Зайцев В.А., Коршунова Г.А., и др. Анализ состояния нейромышечной и локомоторной функций нижних конечностей у пациентов с диспластическим коксартрозом до и после тотальной артропластики // *Современные проблемы науки и образования.* 2016. № 3. С. 30.
19. Николаев С.Н. Электромиография: клинический практикум. Иваново : Нейрософт, 2013. С. 275.
20. Гехт Б.М., Касаткина Л.Ф., Самойлов М.И., Санадзе А.Г. Электромиография в диагностике нервно-мышечных заболеваний. Таганрог : ТРТУ, 1997. С. 148.
21. Fullerton P.M., Gilliat R.W. Axon reflexes in human motor nerve fibres // *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1965. Vol. 28, N 1. P. 1–11. doi: 10.1136/jnnp.28.1.1
22. Brown G.D., Swanson E.A., Nercessian O.A. Neurologic injuries after total hip arthroplasty // *Am J Orthop (Belle Mead NJ).* 2008. Vol. 34, N 7. P. 191–197.

## REFERENCES

1. Veber EV, Vorontsova TN, Bogopolskaya AS, Bezgodkov YuA. Routing of adult patients with pathology of hip and knee joints. *Modern problems of science and education.* 2017;(2):94. (In Russ).
2. Koryak VA, Sorokovikov VA, Svistunov VV, Sharova TV. Epidemiology of coxarthrosis. *Siberian Medical Journal.* 2013;123(8):39–45. (In Russ).
3. Volokitina EA, Zaitseva OP, Kolotygin DA, Vishniakov AA. Local intraoperative and early postoperative complications after endoprosthetics of the hip. *Genii Ortopedii.* 2009;(3):71–77. (In Russ).
4. Gusta A, Jakuszewski M, Kedzierski M. Neurological complication after total hip replacement. *Chir Narzadow Ruchu Ortop Pol.* 2004;69(3):185–187. (In Polish).
5. Su EP. Post-operative neuropathy after total hip arthroplasty. *Bone Joint J.* 2017;99-B(1 Supple A):46–49. doi: 10.1302/0301-620X.99B1.BJJ-2016-0430.R1
6. Safarov JM, Articov KP, Safarov DD. Prevention and treatment of neuropathy of the saddle nerve at endoprosthesis in congenital dislocation of the femoral head. *Vestnik Akademii meditsinskikh nauk Tadzhikistana.* 2017;(2):56–60. (In Russ).
7. Safarov JM. Complications of hip joint endoprosthesis. *Avicenna bulletin.* 2017;19(4):528–531. (In Russ). doi: 10.25005/2074-0581-2017-19-4-528-531
8. Balandina IA, Zheltikova TN, Zheltikov IG, et al. Morphometric characteristics of myelinated fibers of the sciatic nerve. *Fundamental research.* 2013;(5–1):28–32. (In Russ).
9. Melnikov II. *Anatomicheskie osobennosti sedalishchnogo nerva na etapakh postnatal'nogo ontogeneza* [dissertation abstract]. Ufa; 2012. 26 p. (In Russ).
10. Shneider LS. *Izmeneniya pozvonochno-tazovykh vzaimootnoshenii u patsientov s displaziei tazobedrennykh sustavov IV stepeni po Crowe pri endoprotezirovanii* [dissertation abstract]. Novosibirsk; 2019. 22 p. (In Russ).
11. Skoromets AA, German DG, Iretskaya MV, Bradman LL. *Tunnel compression-ischemic mono- and multineuropathies.* Moscow: GOETAR-Meditsina; 2015. P. 371. (In Russ).
12. Gudz AI, Denisov AO, Lasunsky SA, et al. Management of complex acetabulum fractures and their consequences. *Khirurgia.* 2017;(2):70–76. (In Russ).
13. Petrov AB, Ruzanov VI, Mashukov TS. Long-term outcomes of surgical treatment of patients with acetabular fractures. *Genii ortopedii.* 2020;(3):300–305. (In Russ). doi: 10.18019/1028-4427-2020-26-3-300-305
14. Blizyukov VV. *Hip arthroplasty in patients with femoral deformities* [dissertation abstract]. Saint Petersburg, 2014. 25 p. (In Russ).
15. Kamarudin KI, Hamid MH, Yaacob SS, et al. Incidence of sciatic

nerve palsy associated with reconstruction plate fixation of posterior wall and posterior column of acetabulum through posterior approach and its prognosis. *MOJ Orthop Rheumatol*. 2018;10(6):350–353. doi: 10.15406/mojor.2018.10.00447

16. Chekhonatsky AA. *Diagnostika i kompleksnoe lechenie porazhenii sedalishchnogo nerva pri perelomakh vertluzhnoi vpadiny* [dissertation abstract]. Saratov; 1996. 14 p. (In Russ).

17. Mombekov AO. *Dostupy k tazobedrennomu sustavu pri endoprotezirovani i ikh vliyanie na funktsional'nye i otдалennye rezul'taty* [dissertation abstract]. Moscow; 2005. 10 p.

18. Reshetnikov AN, Zaitsev VA, Korshunova GA, et al. Analysis of neuromuscular and locomotor functions in lower extremities of patients with dysplastic coxarthrosis before and after total arthro-

plasties. *Modern Problems of Science and Education*. 2016;(3):30. (In Russ).

19. Nickolaev SN. *Elektromiografiya: klinicheskii praktikum*. Ivanovo: Neurosoft; 2013. P. 275. (In Russ).

20. Gekht BM, Kasatkina LF, Samoilov MI, Sanadze AG. *Elektromiografiya v diagnostike nervno-myshechnykh zabolevaniy*. Taganrog: TRTU; 1997. P. 148. (In Russ).

21. Fullerton PM, Gilliatt RW. Axon reflexes in human motor nerve fibres. *J Neural Neurosurg Psychiatry*. 1965;28(1):1–11. doi: 10.1136/jnnp.28.1.1

22. Brown GD, Swanson EA, Nercessian OA. Neurologic injuries after total hip arthroplasty. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2008;37(4):191–197.

## ОБ АВТОРАХ

\* **Галина Александровна Коршунова**, канд. мед. наук; адрес: Россия, 410002, Саратов, ул. Чернышевского, д. 148; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3648-0141>; eLibrary SPIN: 7196-2375; e-mail: bib@sarniito.com.

**Владимир Владимирович Островский**, д-р мед. наук, врач-нейрохирург; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8602-2715>; eLibrary SPIN: 7078-8019; e-mail: sarniito@yandex.ru.

**Сергей Петрович Бажанов**, д-р мед. наук, врач-нейрохирург; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9474-9095>; eLibrary SPIN: 2621-4519; e-mail: baj.s@mail.ru.

**Андрей Анатольевич Чехонацкий**, д-р мед. наук, врач-нейрохирург; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3327-1483>; eLibrary SPIN: 1191-2280; e-mail: fax-1@yandex.ru.

**Владимир Сергеевич Толкачев**, врач-нейрохирург; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6580-4403>; eLibrary SPIN: 9093-0492; e-mail: vladimir.tolkache@yandex.ru.

## AUTHORS INFO

\***Galina A. Korshunova**, MD, PhD, Cand. Sci. (Med.); address: 148 Chernyshevskiy str., Saratov, 410002, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3648-0141>; eLibrary SPIN: 7196-2375; e-mail: bib@sarniito.com.

**Vladimir V. Ostrovskij**, MD, PhD, Dr. Sci. (Med.), neurosurgeon; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8602-2715>; eLibrary SPIN: 7078-8019; e-mail: sarniito@yandex.ru.

**Sergey P. Bazhanov**, MD, PhD, Dr. Sci. (Med.), neurosurgeon; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9474-9095>; eLibrary SPIN: 2621-4519; e-mail: baj.s@mail.ru.

**Andrei A. Chekhonatsky**, MD, PhD, Dr. Sci. (Med.), neurosurgeon; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3327-1483>; eLibrary SPIN: 1191-2280; e-mail: fax-1@yandex.ru.

**Vladimir S. Tolkachev**, neurosurgeon; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6580-4403>; eLibrary SPIN: 9093-0492; e-mail: vladimir.tolkache@yandex.ru.

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author



DOI: <https://doi.org/10.17816/vto44908>

## История развития эндопротезирования локтевого сустава

А.Г. Алиев, А.В. Амбросенков, М.А. Черкасов, А.А. Бояров,  
Х.К. Идрисов, А.О. Бадмаев

Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена,  
Санкт-Петербург, Россия

### АННОТАЦИЯ

Тотальное эндопротезирование локтевого сустава хорошее альтернативное хирургическое решение для многих пациентов с выраженными повреждениями суставов травматического и воспалительного характера. При многооскольчатых переломах костей локтевого сустава эндопротезирование позволяет восстановить стабильность сустава и обеспечить раннюю мобилизацию конечности, что далеко не всегда удается при выполнении остеосинтеза. В данном обзоре литературы представлены сведения о конструктивных особенностях зарубежных и отечественных эндопротезов локтевого сустава, отдаленных результатах операций. Бурная история развития эндопротезирования локтевого сустава насчитывает более 60 лет. При этом вследствие недостаточного понимания биомеханики сустава первые попытки его артропластики терпели неудачи. Только в начале 70-х годов в связи с усовершенствованием дизайна эндопротезирования и техники операции в литературе появляются публикации об успешных результатах тотального эндопротезирования локтевого сустава. В 80-х годах XX в. разработаны имплантаты с полусвязанным дизайном и цементной техникой установки, которые до сих пор демонстрируют лучшие результаты в отдаленном периоде в сравнении с имплантатами с анатомическим дизайном. Анализ публикаций по теме тотальной артропластики локтевого сустава показал, что значительные достижения наблюдались только в начале 1990-х годов, что во многом связано с лучшим пониманием биомеханики локтевого сустава, как следствие — совершенствованием дизайна имплантатов и хирургической техники.

**Ключевые слова:** эндопротезирование; локтевой сустав; дизайн эндопротеза; послеоперационные осложнения.

### Как цитировать:

Алиев А.Г., Амбросенков А.В., Черкасов М.А., Бояров А.А., Идрисов Х.К., Бадмаев А.О. История развития эндопротезирования локтевого сустава // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2021. Т. 28, № 2. С. 55–62. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto44908>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto44908>

## The history of the development of elbow arthroplasty

Alimurad G. Aliev, Andrey V. Ambrosenkov, Magomed A. Cherkasov, Andrey A. Boyarov, Khasan K. Idrisov, Alexandr O. Badmaev

Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Saint Petersburg, Russia

### ABSTRACT

Total elbow arthroplasty is a good alternative surgical solution for many patients with severe traumatic and inflammatory joint injuries. In case of bones multiple fractures of the elbow joint, arthroplasty can restore the stability of the joint and provide early mobilization of the limb, which is not always possible when performing osteosynthesis. This literature review provides information on the design features of foreign and domestic endoprostheses of the elbow joint, long-term results of operations. The turbulent history of the development of elbow arthroplasty goes back over 60 years. At the same time, due to insufficient understanding of the biomechanics of the joint, the first attempts at its arthroplasty failed. Only in the early 70s, in connection with the improvement of the endoprostheses design and the operation technique, publications on the successful results of total elbow arthroplasty appear in the literature. In the 80s of the XX century implants with a semi-connected design and cemented placement technique have been developed, which still demonstrate better long-term results in comparison with implants with anatomical design. The analysis of publications on the topic of total elbow arthroplasty showed that significant achievements were observed only in the early 1990s, which is largely due to a better understanding of the biomechanics of the elbow joint, as a result, to the improvement of implant design and surgical technique.

**Keywords:** arthroplasty; elbow joint; endoprosthesis design; postoperative complications.

### To cite this article

Aliev AG, Ambrosenkov AV, Cherkasov MA, Boyarov AA, Idrisov KhK, Badmaev AO. The history of the development of elbow arthroplasty. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2021;28(2):55–62. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto44908>

Received: 24.09.2020

Accepted: 25.01.2021

Published: 21.09.2021

## ВВЕДЕНИЕ

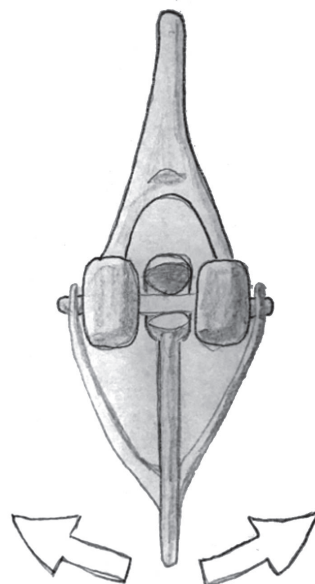
Тотальное эндопротезирование (ТЭП) локтевого сустава (ЛС) может быть хорошим альтернативным хирургическим решением для многих пациентов с выраженными повреждениями суставов травматического и воспалительного характера [1–3]. При многооскольчатых переломах костей ЛС эндопротезирование позволяет восстановить стабильность сустава и обеспечить раннюю мобилизацию конечности, что далеко не всегда удается при выполнении остеосинтеза [4, 5]. Кроме того, длительность реабилитационного периода после замещения сустава на искусственный в отличие от остеосинтеза существенно короче. У пожилых пациентов с невысоким уровнем активности эндопротезирование демонстрирует лучшие результаты в отдаленном периоде [6]. Однако в сравнении с артропластикой тазобедренного и коленного суставов, замещение ЛС характеризуется большей частотой осложнений, требующих выполнения ревизии [7, 8], в структуре которых преобладают асептическое расшатывание, перипротезная инфекция и разобщение компонентов эндопротеза [9].

Первые задокументированные сведения, описывающие выполнение резекции ЛС при его тяжелых заболеваниях, найдены еще в сочинениях Амбруаза Паре [10], а первая зарегистрированная операция по замещению сустава осуществлена хирургом Н. Robineau в 1925 г. [11]. Позже, в публикациях 40-х, 50-х годов XX в. описаны различные способы реконструкции костей ЛС. В 1952 г. С. Venable [12] и позже в 1965 г. J. Barr и R. Eaton [13] разработали дизайн бесцементного эндопротеза дистального отдела плечевой кости, предназначенный для пациентов, перенесших тяжелые травмы и их последствия. В зарубежной и отечественной литературе середины XX в. также встречались публикации, сообщавшие об использовании индивидуально изготовленных тотальных эндопротезов (ЭП) при выраженных костных дефектах ЛС, когда единственным альтернативным методом являлось выполнение артродеза [14]. Однако вследствие недостаточного понимания биомеханики ЛС первые попытки его тотальной артропластики терпели неудачи. В конце 60-х годов XX столетия возникла концепция ресерфейсинга. D. Street и P. Stevens [15] спроектировали дизайн суставной поверхности блока и головки плечевой кости. Данная модель подразумевала выполнение минимальной резекции дистального отдела плеча для сохранности коллатеральных связок. Для производства конструкций использовали такие материалы, как нейлон, акрил, нержавеющая сталь, вулканизированная резина. Несмотря на то что некоторые имплантированные ЭП позволяли купировать болевой синдром, большинство из них обеспечивали неполную амплитуду движений, приводили к развитию нестабильности ЛС, так как часто во время операции повреждались коллатеральные связки. Таким образом, до конца 1960-х годов

клинический опыт ТЭП ЛС демонстрировал только в единичных случаях успешные отдаленные результаты.

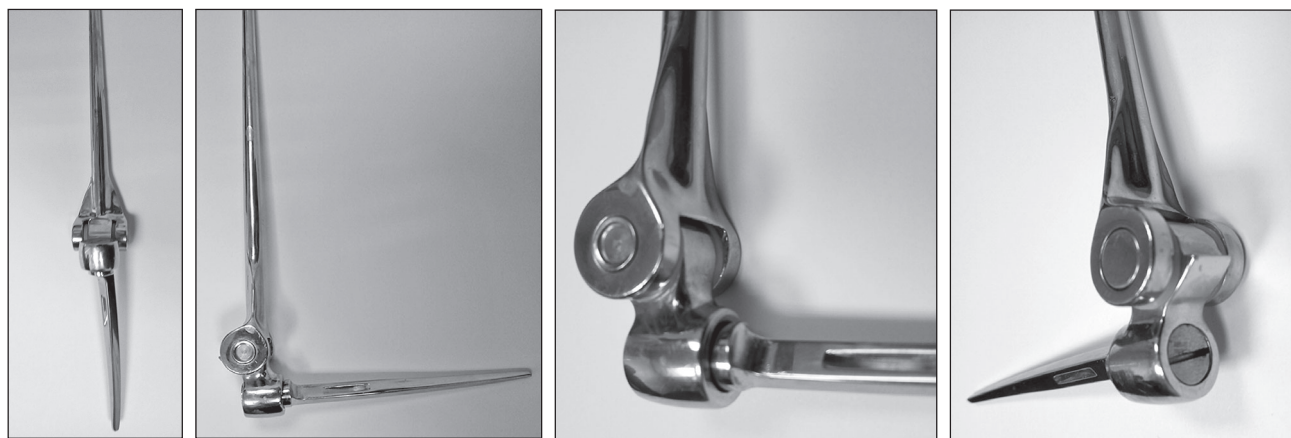
В начале 1970-х годов R. Dee разработал модель ЭП со связанным дизайном (плечевой и локтевой компоненты связаны в шарнире с одной степенью свободы) и впервые применил костный цемент при имплантации компонентов [16]. В сравнении с предшествующими имплантатами, данная модель ЭП позволяла восстановить объем движений в ЛС в пределах 100–110° (от 60–70° сгибания до 160° разгибания). Однако при оценке результатов ТЭП связанных имплантатов был выявлен высокий процент ранних расшатываний. Как позже выяснилось, наличие одноплоскостного шарнира в ЭП не повторяет биомеханики плечелоктевого сустава, в котором в норме возможны движения во фронтальной плоскости в пределах 3–4° (рис. 1). Возникновение стрессовых нагрузок на компоненты ЭП и цементную мантию довольно скоро приводило к расшатыванию в интерфейсе «цемент–кость».

Швейцарский ученый R. Pritchard, пытаясь решить проблему раннего расшатывания, разработал несвязанный ЭП с анатомическим дизайном, состоящий из трех компонентов — The Pritchard ERS (Depuy, Warsaw, IN). Лучевой компонент, по мнению автора, должен принять на себя часть нагрузки на плечевой и локтевой компоненты, за счет чего, продлить срок службы ЭП. Кроме того, конструкция ЭП была оснащена полиэтиленовыми втулками. Несвязанные имплантаты предназначались для пациентов с ревматоидным поражением ЛС с сохраненными коллатеральными связками [17]. Однако использование данных конструкций не снизило процент послеоперационных осложнений. Сложная техника имплантации ЭП, часто не позволявшая выполнить установку компонентов в правильном положении, приводила



**Рис. 1.** Схематическое изображение биомеханики локтевого сустава (пояснение в тексте)

**Fig. 1.** Schematic representation of the elbow joint biomechanics (the explanation is in text)



**Рис. 2.** Эндопротез локтевого сустава со связанным дизайном GSB

**Fig. 2.** Total elbow endoprosthesis with constrained design GSB

к инконгруэнтности плечелоктевого сустава при его движениях, дисбалансу мягких тканей и раннему износу полиэтиленовых втулок. По данным R.P. van Riet и соавт. [18], проанализировавших отдаленные результаты ЭП марки The Pritchard ERS у 37 пациентов, выживаемость имплантатов на сроке в 120 мес составила 50%, а осложнения наблюдались у 83% прооперированных.

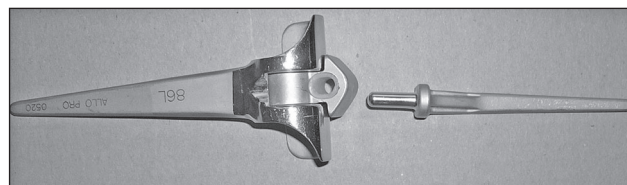
В 1970 г. R.W. Coonrad из клиники Мэйо разработал ЭП, компоненты которого были соединены в полужестком шарнире (полусвязанный дизайн) с полиэтиленовыми втулками повышенной прочности [19]. В 1978 г. в этой же клинике J. Dobyns и соавт. [20] разработали трехкомпонентный несвязанный ЭП Mayo с анатомическим дизайном, плечевой компонент которого был выполнен из стали, а локтевой и лучевой компоненты — из полиэтилена. Существенным отличием от предшествующих моделей являлось наличие фланца на передней поверхности плечевого компонента, который должен был повышать стабильность его посадки в диафизе плечевой кости.

В 1981 г. опубликованы среднесрочные результаты 80 тотальных артропластик ЭП Coonrad и Mayo, выполненных 72 пациентам с различной патологией ЛС. Хорошие и отличные результаты наблюдались в 60% случаев, а осложнения — в 55% случаев. Среди них: асептическое расшатывание, перипротезная инфекция, отрыв трицепса, невропатия локтевого нерва, перелом латерального и медиального надмыщелков плечевой кости. Тем не менее использование данных протезов позволяло в большинстве случаев купировать боль и восстанавливать объем движений в ЛС в среднем от 24° разгибания до 129° сгибания [21].

В 1978 г. N. Gschwend разработал ЭП GSB III, дизайн которого представлял собой усовершенствованную версию ЭП GSB (рис. 2), не получившего повсеместного признания среди хирургов вследствие крайне высокой частоты расшатывания. Новая модель отличалась полусвязанным дизайном (рис. 3). Кроме того, дистальный отдел плечевого компонента оснащен широкими опорными поверхностями для установки на надмыщелки.

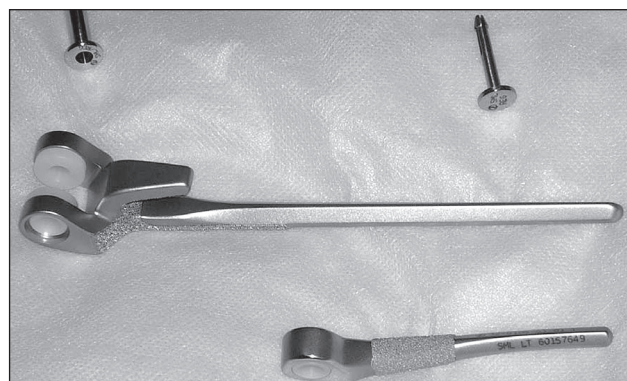
Интра- и экстрамедуллярная фиксация, по мнению автора, должна обеспечить высокую ротационную стабильность. По результатам исследования M. Schöni и соавт. [22], 10-летняя выживаемость имплантата составила 80%, а 20-летняя — 67%.

В 1981 г. В. Morrey, объединив достоинства протезов Coonrad и Mayo (полужесткий шарнир и передний фланец плечевого компонента), спроектировал двухкомпонентный ЭП Coonrad – Morrey (рис. 4), до настоящего



**Рис. 3.** Усовершенствованная модель эндопротеза локтевого сустава — GSB III. Более поздняя версия отличается наличием опорных фланцев для более плотной посадки на надмыщелки плечевой кости

**Fig. 3.** An advanced model of the elbow joint endoprosthesis — GSB III. The later version characterized by the presence of supporting flanges for a tighter fit on the humerus epicondyles



**Рис. 4.** Тотальный эндопротез локтевого сустава Coonrad – Morrey. Модель характеризуется полусвязанным дизайном, допускающим движения во фронтальной плоскости в пределах 7°

**Fig. 4.** Total elbow endoprosthesis Coonrad-Morrey. The model has a semi-constrained design that allows movement in the frontal plane within 7 degrees



времени применяемый во всем мире. Десятилетняя выживаемость имплантата по данным разных источников составляет от 68 до 89,5% [23–26].

В России первая публикация о выполненной тотальной артропластике ЛС принадлежит Ф. Спахиу, который в 1955 г. имплантировал разработанный им эндопротез шарнирного типа, состоящий из нержавеющей стали и полиметилметакрилата [11].

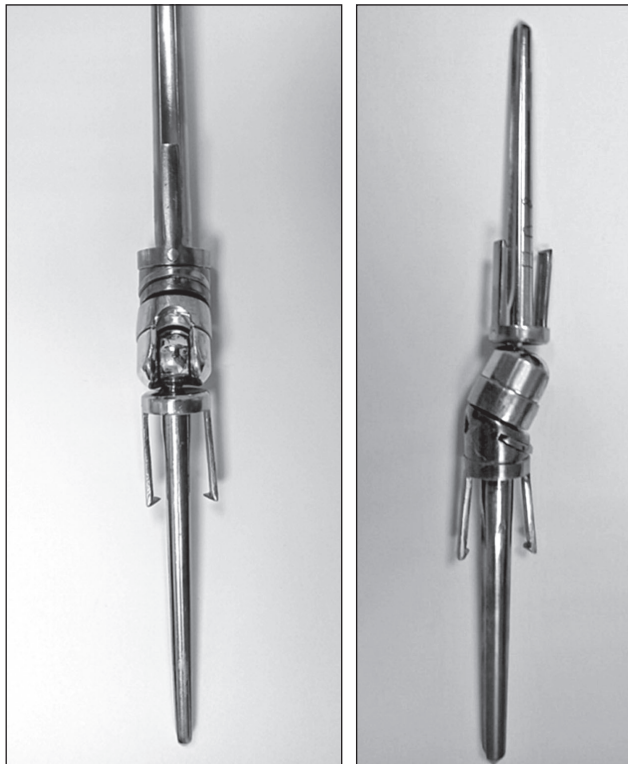
В 1966 г. один из основоположников эндопротезирования профессор К.М. Сиваш предложил свою конструкцию тотального ЭП бесцементной фиксации, состоящего из высокопрочного титанового сплава (рис. 5). Полу жесткое крепление компонентов в шарнире достигалось за счет узла подвижности, выполненного в форме шара. Десятью годами позже была выпущена его модификация (с удлиненным плечевым компонентом, дистальный отдел которого увеличен в диаметре), предназначенная для выраженных дефектов плечевой кости, возникающих в результате тяжелых травм или после удаления опухолей.

В 1968 г. В.Ю. Голяховским выпущена новая модель тотального ЭП ЛС. В дистальной части плечевого компонента и проксимальной части локтевого имеется чашеобразное ложе с перфорированными стенками, обеспечивающее дополнительную стабильность фиксации имплантата.

В 1978 г. В.М. Прохоренко разработал тотальный связанный ЭП «ЭСИ», принципиально отличавшийся

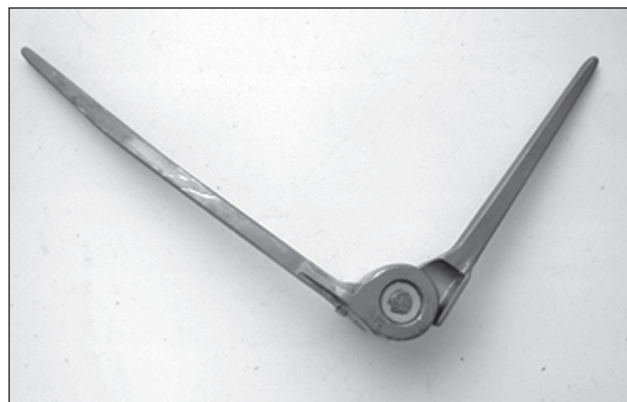
от предшественников дизайном плечевого компонента. Последний, для придания более высокой ротационной устойчивости, оснащен треугольной пластиной с желобами (рис. 6). Последующие модификации ЭП (1988, 2001, 2005 г.) отличаются более высокой прочностью используемых сплавов, биоинертным покрытием, наличием сверхмолекулярного полиэтилена в паре трения, однако дизайн модели остался практически неизменным [11]. При анализе отдаленных результатов у 320 пациентов с данными имплантатами отличные и хорошие результаты наблюдались у 286 пациентов (89,4%), удовлетворительные — у 20 (6,2%), и неудовлетворительные — у 14 (4,4%) [27].

В 2005 г. Г.И. Жабин с соавт. [28] спроектировали дизайн связанного ЭП цементной фиксации «Арете», состоящего из титанового сплава и высокомолекулярного полиэтилена (рис. 7). Имплантат характеризуется наличием вальгусного угла между компонентами,



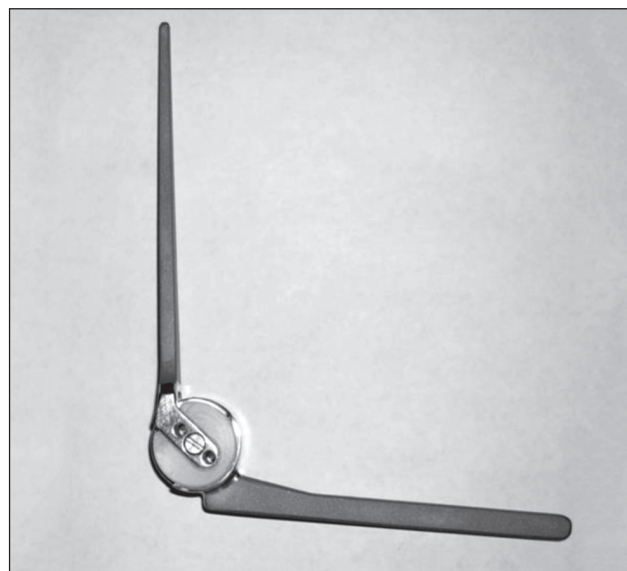
**Рис. 5.** Тотальный эндопротез локтевого сустава «Сиваш». Шаровидный шарнир позволяет осуществлять движения во всех плоскостях

**Fig. 5.** Total elbow endoprosthesis Sivash. The spherical hinge allows for movement in all planes



**Рис. 6.** Тотальный эндопротез локтевого сустава «ЭСИ» со связанным дизайном

**Fig. 6.** Total elbow endoprosthesis ESI with fully constrained design



**Рис. 7.** Эндопротез локтевого сустава с полусвязанным дизайном «Арете»

**Fig. 7.** Total elbow endoprosthesis with semi-constrained design Arete



составляющего при разгибании 5° (что соответствует физиологическому вальгусному углу в локтевом суставе), а также нежестким креплением в шарнире, позволяющим осуществлять помимо сгибания/разгибания в пределах 150° боковые отклонения и ротацию в пределах 3–4°. Таким образом, воспроизведение несущего угла и обеспечение физиологического объема движений в локтевом суставе, по мнению авторов, позволит поглотить часть нагрузок, прилагаемых на цементную мантию. Однако данная модель ЭП не получила широкого применения ввиду недостаточной ротационной стабильности плечевого компонента, впоследствии приводящей к его расшатыванию [29].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, бурная история развития эндопротезирования ЛС насчитывает более 60 лет. При этом вследствие недостаточного понимания биомеханики сустава первые попытки его артропластики терпели неудачи. Только в начале 70-х годов в связи с усовершенствованием дизайна ЭП и техники операции в литературе появляются публикации об успешных результатах ТЭП. В 80-х годах XX в. были разработаны имплантаты с полусвязанным дизайном и цементной техникой установки, которые до сих пор демонстрируют лучшие результаты в отдаленном периоде в сравнении с имплантатами

с анатомическим дизайном. Тем не менее, несмотря на прошедшие усовершенствования в ТЭП ЛС, ввиду довольно высокой частоты осложнений, данная операция в настоящее время не вошла в рутинную работу травматологов и ортопедов.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ / ADDITIONAL INFO

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

**Author contribution.** Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

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

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

**Источник финансирования.** Не указан.

**Funding.** Not specified.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александров Т.И., Прохоренко В.М., Чорний С.И., Фоменко С.М. Эндопротезирование суставов верхней конечности. В кн.: Новые горизонты травматологии и ортопедии: Сборник научных статей, посвященный 150-летию со дня рождения Р.Р. Вредена. СПб.: Российский ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена, 2017. С. 5–8.
2. Брижань Л.К., Бабич М.И., Цемко Т.Д., и др. Является ли эндопротезирование локтевого сустава альтернативой резекционной артропластике при тяжелых последствиях травм и ранений? // Кафедра травматологии и ортопедии. 2016. № 2. С. 78–80.
3. Слободской А.Б., Прохоренко В.М., Бадак И.С., и др. Ближайшие и среднесрочные результаты артропластики суставов верхней конечности // Вестник медицинского института «РЕАВИЗ»: реабилитация, врач и здоровье. 2012. № 3–4. С. 67–74.
4. Слободской А.Б., Прохоренко В.М., Дунаев А.Г., и др. Эндопротезирование локтевого сустава // Гений ортопедии. 2011. № 3. С. 61–65.
5. Ратьев А.П., Егиазарян К.А., Жаворонков Е.А., и др. Отдаленные результаты лечения пациентов с «ужасной триадой» локтевого сустава // Московский хирургический журнал. 2015. № 1. С. 44–51.
6. McKee M.D., Veillette C.J., Hall J.A., et al. A multicenter, prospective, randomized, controlled trial of open reduction-internal fixation versus total elbow arthroplasty for displaced intra-articular distal humeral fractures in elderly patients // J Shoulder Elbow Surg. 2009. Vol. 18, No. 1. P. 3–12. doi: 10.1016/j.jse.2008.06.005.
7. Шубняков И.И., Тихилов Р.М., Николаев Н.С., и др. Эпидемиология первичного эндопротезирования тазобедренного сустава на основании данных регистра артропластики РНИИТО им. Р.Р. Вредена // Травматология и ортопедия России. 2017. Т. 23, № 2. С. 81–101.
8. Черкасов М.А., Тихилов Р.М., Шубняков И.И., и др. Удовлетворенность пациентов после первичного эндопротезирования тазобедренного сустава: предикторы успеха // Травматология и ортопедия России. 2018. Т. 24, № 3. С. 45–54.
9. Mannan S., Ali M., Mazur L., et al. The use of tranexamic acid in total elbow replacement to reduce post-operative wound infection // J Bone Jt Infect. 2018. Vol. 3, No. 2. P. 104–107. doi: 10.7150/jbji.25610.
10. Цвелев Ю.В., Остроменский В.В. К 500-летию со дня рождения Амбруаз Парэ (Ambroise Paré, 1510–1590) // Журнал акушерства и женских болезней. 2010. Т. 59, № 3. С. 122–128.
11. Прохоренко В.М., Слободской А.Б. Эндопротезирование локтевого сустава. Новосибирск: Наука, 2010. 80 с.
12. Venable C.S. An elbow and an elbow prosthesis; case of complete loss of the lower third of the humerus // Am J Surg. 1952. Vol. 83, No. 3. P. 271–275. doi: 10.1016/0002-9610(52)90255-9.
13. Barr J.S., Eaton R.G. Elbow reconstruction with a new prosthesis to replace the distal end of the humerus. A case report // J Bone Joint Surg Am. 1965. Vol. 47, No. 7. P. 1408–1413.

14. Verger G. [Hemi-resection of the elbow treated by internal metallic and acrylic prosthesis] // *Bord Chir.* 1955. Vol. 2. P. 116–122. (In French).
15. Street D.M., Stevens P.S. A humeral replacement prosthesis for the elbow: results in ten elbows // *J Bone Joint Surg.* 1974. Vol. 56, No. 6. P. 1147–1158.
16. Dee R. Total replacement arthroplasty of the elbow for rheumatoid arthritis // *J Bone Joint Surg Br.* 1972. Vol. 54, No. 1. P. 88–95.
17. Pritchard R.W. Anatomic surface elbow arthroplasty: a preliminary report // *Clin Orthop.* 1983. No. 179. P. 223–230.
18. Van Riet R.P., Morrey B.F., O'Driscoll S.W. The Pritchard ERS total elbow prosthesis: lessons to be learned from failure // *J Shoulder Elbow Surg.* 2009. Vol. 18, No. 5. P. 791–795. doi: 10.1016/j.jse.2008.11.014
19. Coonrad R.W. History of total elbow arthroplasty. In: Inglis AE, editor. *Upper Extremity Joint Replacement: Symposium on Total Joint Replacement of the Upper Extremity*, 1979. St. Louis: Mosby; 1982.
20. Dobyns J.H., Bryan R.S., Linscheid R.L., Peterson L.F. The special problems of total elbow arthroplasty // *Geriatrics.* 1976. Vol. 31, No. 4. P. 57–61.
21. Morrey B.F., Bryan R.S., Dobyns J.H., Linscheid R.L. Total elbow arthroplasty: a five-year experience at the Mayo Clinic // *J Bone Joint Surg Am.* 1981. Vol. 63, No. 7. P. 1050–1063.
22. Schöni M., Drerup S., Angst F., et al. Long-term survival of GSB III elbow prostheses and risk factors for revisions // *Arch Orthop Trauma Surg.* 2013. Vol. 133, No. 10. P. 1415–1424. doi: 10.1007/s00402-013-1815-5.
23. Welsink C.L., Lambers K.T., van Deurzen D.F., et al. Total elbow arthroplasty: a systematic review // *JBJS Rev.* 2017. Vol. 5, No. 7. P. e4. doi: 10.2106/jbjs.rvw.16.00089.
24. Sanchez-Sotelo J., Baghdadi Y.M., Morrey B.F. Primary linked semiconstrained total elbow arthroplasty for rheumatoid arthritis: a single-institution experience with 461 elbows over three decades // *J Bone Joint Surg Am.* 2016. Vol. 98, No. 20. P. 1741–1748. doi: 10.2106/jbjs.15.00649.
25. Ibrahim E.F., Rashid A., Thomas M. Linked semiconstrained and unlinked total elbow replacement in juvenile idiopathic arthritis: a case comparison series with mean 11.7-year follow-up // *J Shoulder Elbow Surg.* 2017. Vol. 26, No. 2. P. 305–313. doi: 10.1016/j.jse.2016.06.011.
26. Prasad N., Ali A., Stanley D. Total elbow arthroplasty for non-rheumatoid patients with a fracture of the distal humerus: a minimum ten-year follow-up // *Bone Joint J.* 2016. Vol. 98, No. 3. P. 381–386. doi: 10.1302/0301-620X.98B3.35508.
27. Прохоренко В.М., Александров Т.И., Чорний С.И., Слободской А.Б. Эндопротезирование локтевого сустава при внутрисуставных переломах и последствиях травм // *Современные проблемы науки и образования.* 2017. № 5. С. 144.
28. Жабин Г.И., Шубняков И.И., Амбросенков А.В., и др. Эндопротезирование локтевого сустава протезами связанного типа: медицинская технология. СПб.: РНИИТО им. Р.Р. Вредена, 2009. 20 с.
29. Алиев А.Г., Тихилов Р.М., Шубняков И.И., и др. Среднесрочные результаты эндопротезирования локтевого сустава у пациентов с ревматоидным артритом // *Научно-практическая ревматология.* 2018. Т. 56, № 5. С. 635–640.

## REFERENCES

1. Alexandrov TI, Prohorenko VM, Chorniy SI, Fomenko SM. Arthroplasty of the joints of upper limb. In: (Conference proceedings) *Novye gorizonty travmatologii i ortopedii: Sbornik nauchnykh statei, posvyashchennyi 150-letiyu so dnya rozhdeniya R.R. Vredena.* St. Petersburg: Rossiiskii ordena Trudovogo Krasnogo Znameni nauchno-issledovatel'skii institut travmatologii i ortopedii im. R.R. Vredena; 2017. P. 5–8. (In Russ.).
2. Brizhan LK, Babich MI, Tsemko TD, et al. Is the elbow arthroplasty an alternative to resection arthroplasty for the severe consequences of injuries and injuries? *Kafedra travmatologii i ortopedii.* 2016;(2):78–80. (In Russ.).
3. Slobodskoy AB, Prokhorenko VM, Badak IS, et al. The nearest and intermediate term results arthroplasty of joints of the top finiteness. *Vestnik meditsinskogo instituta "REAVIZ": reabilitatsiya, vrach i zdorov'e.* 2012;(3–4):67–74. (In Russ.).
4. Slobodskoy AB, Prokhorenko VM, Dunaev AG, et al. The elbow endoprosthetics. *Genii ortopedii.* 2011;(3):61–65. (In Russ.).
5. Ratiev AP, Egiazaryan KA, Zhavoronkov EA, et al. Long-term results of treatment of patients with the «terrible triad» of the elbow joint. *Moskovskii khirurgicheskii zhurnal.* 2015;(1):44–51. (In Russ.).
6. McKee MD, Veillette CJ, Hall JA, et al. A multicenter, prospective, randomized, controlled trial of open reduction-internal fixation versus total elbow arthroplasty for displaced intra-articular distal humeral fractures in elderly patients. *J Shoulder Elbow Surg.* 2009;18(1):3–12. doi: 10.1016/j.jse.2008.06.005.
7. Shubnyakov II, Tikhilov RM, Nikolaev NS, et al. Epidemiology of primary hip arthroplasty: report from register of Vreden Russian research institute of traumatology and orthopedics. *Traumatology and orthopedics of Russia.* 2017;23(2):81–101. (In Russ.). doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-2-81-101.
8. Cherkasov MA, Tikhilov RM, Shubnyakov II, et al. Patient satisfaction following total hip replacement: predictors of success. *Traumatology and orthopedics of Russia.* 2018;24(3):45–54. (In Russ.). doi: 10.21823/2311-2905-2018-24-3-45-54.
9. Mannan S, Ali M, Mazur L, et al. The use of tranexamic acid in total elbow replacement to reduce post-operative wound infection. *J Bone Jt Infect.* 2018;3(2):104–107. doi: 10.7150/jbji.25610.
10. Tsvelev YV, Ostromensky VV. To the 500th anniversary of his birth. Ambroise Pare (Ambroise Paré, 1510-1590). *Zhurnal akusherstva i zhenskikh boleznei.* 2010;59(3):122–128. (In Russ.).
11. Prokhorenko VM, Slobodskoy AB. *Endoprosthetics of the elbow joint.* Novosibirsk: Nauka; 2010. 80 p. (In Russ.).
12. Venable CS. An elbow and an elbow prosthesis; case of complete loss of the lower third of the humerus. *Am J Surg.* 1952;83(3):271–275. doi: 10.1016/0002-9610(52)90255-9.
13. Barr JS, Eaton RG. Elbow reconstruction with a new prosthesis to replace the distal end of the humerus. A case report. *J Bone Joint Surg Am.* 1965;47(7):1408–1413.
14. Verger G. [Hemi-resection of the elbow treated by internal metallic and acrylic prosthesis]. *Bord Chir.* 1955;2:116–122. (In French).
15. Street DM, Stevens PS. A humeral replacement prosthesis for the elbow: results in ten elbows. *J Bone Joint Surg.* 1974;56(6):1147–1158.

16. Dee R. Total replacement arthroplasty of the elbow for rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg Br.* 1972;54(1):88–95.
17. Pritchard RW. Anatomic surface elbow arthroplasty: a preliminary report. *Clin Orthop.* 1983;(179):223–230.
18. Van Riet RP, Morrey BF, O'Driscoll SW. The Pritchard ERS total elbow prosthesis: lessons to be learned from failure. *J Shoulder Elbow Surg.* 2009;18(5):791–795. doi: 10.1016/j.jse.2008.11.014
19. Coonrad RW. History of total elbow arthroplasty. In: Inglis AE, editor. *Upper Extremity Joint Replacement: Symposium on Total Joint Replacement of the Upper Extremity, 1979.* St. Louis: Mosby; 1982.
20. Dobyns JH, Bryan RS, Linscheid RL, Peterson LF. The special problems of total elbow arthroplasty. *Geriatrics.* 1976;31(4):57–61.
21. Morrey BF, Bryan RS, Dobyns JH, Linscheid RL. Total elbow arthroplasty: a five-year experience at the Mayo Clinic. *J Bone Joint Surg Am.* 1981;63(7):1050–1063.
22. Schöni M, Drerup S, Angst F, et al. Long-term survival of GSB III elbow prostheses and risk factors for revisions. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2013;133(10):1415–1424. doi: 10.1007/s00402-013-1815-5.
23. Welsink CL, Lambers KT, van Deurzen DF, et al. Total elbow arthroplasty: a systematic review. *JBJS Rev.* 2017;5(7):e4. doi: 10.2106/jbjs.rvw.16.00089.
24. Sanchez-Sotelo J, Baghdadi YM, Morrey BF. Primary linked semiconstrained total elbow arthroplasty for rheumatoid arthritis: a single-institution experience with 461 elbows over three decades. *J Bone Joint Surg Am.* 2016;98(20):1741–1748. doi: 10.2106/jbjs.15.00649.
25. Ibrahim EF, Rashid A, Thomas M. Linked semiconstrained and unlinked total elbow replacement in juvenile idiopathic arthritis: a case comparison series with mean 11.7-year follow-up. *J Shoulder Elbow Surg.* 2017;26(2):305–313. doi: 10.1016/j.jse.2016.06.011.
26. Prasad N, Ali A, Stanley D. Total elbow arthroplasty for non-rheumatoid patients with a fracture of the distal humerus: a minimum ten-year follow-up. *Bone Joint J.* 2016;98(3):381–386. doi: 10.1302/0301-620X.98B3.35508.
27. Prokhorenko VM, Aleksandrov TI, Chorny SI, Slobodskoy AB. The elbow joint replacement after fractures and consequences of the injuries. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya.* 2017;(5):144. (In Russ.).
28. Zhabin GI, Shubnyakov II, Ambrosenkov AV, et al. *Endoprosthesis of the elbow joint with prostheses of the associated type: medical technology.* Saint Petersburg: RNIITO im. R.R. Vredena; 2009. 20 p. (In Russ.).
29. Aliev AG, Tikhilov RM, Shubnyakov II, et al. Medium-term results of elbow arthroplasty in patients with rheumatoid arthritis. *Nauchno-prakticheskaya revmatologiya.* 2018;56(5):635–640. (In Russ.).

## ОБ АВТОРАХ

\*Алимурад Газиевич Алиев, врач – травматолог-ортопед, аспирант; адрес: 195427, Санкт-Петербург, ул. акад. Байкова, д. 8; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6885-5473>; eLibrary SPIN: 9549-1027; e-mail: mur23mur@yandex.ru

Андрей Васильевич Амбросенков, канд. мед. наук, врач – травматолог-ортопед, eLibrary SPIN: 9078-6269; e-mail: ambrosenkovcd@yandex.ru

Магомед Ахмедович Черкасов, канд. мед. наук, врач – травматолог-ортопед; eLibrary SPIN: 6196-4531; e-mail: dr.medik@gmail.com.

Андрей Александрович Бояров, канд. мед. наук, врач – травматолог-ортопед; eLibrary SPIN: 2114-2561; e-mail: boyarovvv@gmail.com

Хасан Кюриевич Идрисов, клинический ординатор; eLibrary SPIN: 1919-8812; e-mail: idrisovkhasan@yandex.ru

Александр Оконович Бадмаев, клинический ординатор; eLibrary SPIN: 5218-3843; e-mail: Aleckss08@yandex.ru.

## AUTHORS INFO

\*Alimurad G. Aliev, MD, post-graduate student, traumatologist-orthopedist; address: 8 Baykova str., Saint Petersburg, 195427, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6885-5473>; eLibrary SPIN: 9549-1027; e-mail: mur23mur@yandex.ru

Andrey V. Ambrosenkov, MD, PhD, Cand. Sci. (Med.), traumatologist-orthopedist; eLibrary SPIN: 9078-6269; e-mail: ambrosenkovcd@yandex.ru

Magomed A. Cherkasov, MD, PhD, Cand. Sci. (Med.), traumatologist-orthopedist; eLibrary SPIN: 6196-4531; e-mail: dr.medik@gmail.com

Andrey A. Boyarov, MD, PhD, Cand. Sci. (Med.), traumatologist-orthopedist; eLibrary SPIN: 2114-2561; e-mail: boyarovvv@gmail.com

Khasan K. Idrisov, medical resident; eLibrary SPIN: 1919-8812; e-mail: idrisovkhasan@yandex.ru

Alexandr O. Badmaev, medical resident; eLibrary SPIN: 5218-3843; e-mail: Aleckss08@yandex.ru

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto60828>

## Диагностика и лечение детей до 3 лет с врожденным вертикальным тараном (обзор литературы)

Е.Н. Соловьёва<sup>1</sup>, М.А. Вавилов<sup>2</sup>, В.Ф. Бландинский<sup>1</sup>, И.В. Громов<sup>2\*</sup>, А.Г. Соколов<sup>1</sup><sup>1</sup> Ярославский государственный медицинский университет, Ярославль, Россия;<sup>2</sup> Областная детская клиническая больница, Ярославль, Россия

### АННОТАЦИЯ

Врожденный вертикальный таран — редкая патология, частота встречаемости 1 случай на 10 тыс. новорожденных. Данная аномалия обычно проявляется ригидной плоско-вальгусной деформацией стопы тяжелой степени. При этом она часто (в 50% случаев) ассоциирована с хромосомными синдромами (артрогрипоз, нейрофиброматоз, миелодисплазия и др.), со спинальными, нервно-мышечными аномалиями развития. Вследствие чего необходимо акцентировать внимание детских ортопедов и рентгенологов на параметры постановки диагноза, для уменьшения ложных диагнозов и необоснованных оперативных вмешательств у детей, показать варианты оперативных методик для лечения детей в возрасте до 3 лет с врожденным вертикальным положением таранной кости. В представленном обзоре отечественной и зарубежной литературы продемонстрированы основные преимущества и недостатки существующих подходов в лечении детей до 3 лет с врожденным вертикальным тараном. Анализ литературных данных показал, что до конца не изучены причины формирования врожденной вертикальной таранной кости. В России до настоящего момента по-прежнему остается затруднительна ее диагностика. Врожденный вертикальный таран — одна из редких проблем в мировой ортопедической практике в сравнении с врожденной косолапостью, но у врачей, постоянно занимающихся лечением детей с деформациями стоп, такие пациенты встречаются на приеме регулярно.

Необходимо продолжать исследовать данную патологию, выбирать оптимальный метод лечения, исходя из возраста, варианта и ригидности врожденного вертикального тарана, изучать отдаленные результаты лечения, выяснять причины рецидивов и стараться их избегать.

**Ключевые слова:** ригидная плоско-вальгусная деформация стоп; врожденный вертикальный таран; плоскостопие; метод М. Доббса (M. Dobbs); деформация стопы; открытое вправление таранной кости; релиз.

### Как цитировать:

Соловьёва Е.Н., Вавилов М.А., Бландинский В.Ф., Громов И.В., Соколов А.Г. Диагностика и лечение детей до 3 лет с врожденным вертикальным тараном (обзор литературы) // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2021. Т. 28, № 2. С. 63–76. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto60828>



DOI: <https://doi.org/10.17816/vto60828>

## Diagnosis and treatment of congenital vertical talus in children under 3 years old (review)

Ekaterina N. Solovyova<sup>1</sup>, Maxim A. Vavilov<sup>2</sup>, Valeriy F. Blandinsky<sup>1</sup>,  
Ilya V. Gromov<sup>2\*</sup>, Alexandr G. Sokolov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Yaroslavl State Medical University, Yaroslavl, Russia;

<sup>2</sup> Regional Children's Hospital, Yaroslavl, Russia

### ABSTRACT

Congenital vertical ram is a rare pathology, the incidence of it is 1 case per 10 thousand newborns. This anomaly is usually manifested by a severe planovalgus deformity of the foot. Moreover, it is often (in 50% of cases) associated with chromosomal syndromes (arthrogryposis, neurofibromatosis, myelodysplasia, etc.), with spinal, neuromuscular anomalies of development. As a result, it is necessary to focus the attention of pediatric orthopedists and radiologists on the parameters of the diagnosis in order to reduce false diagnoses and unreasonable surgical interventions in children, show options for surgical techniques for the treatment of feet with an inborn vertical position of the talus in children under 3 years. The presented review of domestic and foreign literature demonstrates the main advantages and disadvantages of existing approaches in the treatment of children under 3 years of age with congenital vertical ram. Demonstrate the main advantages and disadvantages of existing approaches in the treatment of this pathology. Analysis of the literature showed that the causes of the formation of the congenital vertical talus are not fully explored. In Russia, up to the present moment, its diagnosis is still difficult. Congenital vertical talus is one of the rare problems in world orthopedic practice in comparison with congenital clubfoot, but doctors who are constantly treating children with deformities of the feet have such patients regularly.

**Keywords:** rigid flatfoot; congenital vertical talus; flatfoot; Dobbs' method; foot deformity; release.

### To cite this article:

Solovieva EN, Vavilov MA, Blandinsky VF, Gromov IV, Sokolov AG. Diagnostics and treatment of congenital vertical talus in children under 3 years of age (literature review). *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2021;28(2):63–76. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto60828>

Received: 14.02.2021

Accepted: 26.03.2021

Published: 21.09.2021

## ВВЕДЕНИЕ

Врожденный вертикальный таран (ВВТ) — редкая патология, частота встречаемости 1 случай на 10 тыс. новорожденных [1–3]. Данная аномалия обычно проявляется ригидной плоско-вальгусной деформацией стопы тяжелой степени и характеризуется фиксированным тыльным вывихом ладьевидной кости с расположением последней на головке и шейке таранной кости [4, 5]. При этом ВВТ в 50% случаев ассоциирован с хромосомными синдромами (артрогрипоз, нейрофиброматоз, миелодисплазия и др.), со спинальными, нервно-мышечными аномалиями развития [2, 6, 7]. По данным различных авторов, наследуется по аутосомно-доминантному типу с неполной пенетрантностью [1, 8]. М. Dobbs, активно занимающийся лечением детей с деформациями стоп, в 2006 г. опубликовал работу, в которой обозначил гены, отвечающие за формирование вертикальной таранной кости — *HOXD10 M319K* [1, 9].

М. Доббс (М. Dobbs, Филадельфия, США) разработал авторскую методику, проанализировав лечение пациентов с косолапостью по методу Понсети (I. Ponseti). Он аналогично гипсовал детей против деформации, с выведением плоско-вальгусной стопы в положение гиперкоррекции, за точку вращения приняв головку таранной кости, манипулируя передним и средним отделом стопы [10]. При своевременном обращении к ортопеду, владеющему методом Доббса (Dobbs), у ребенка есть шанс вылечиться малоинвазивно, за счет эластичности мягкотканых структур стопы. У детей до трех лет фиброзные изменения мягких тканей заднего и среднего отделов стопы не препятствуют восстановлению анатомических соотношений в суставах, что позволяет избежать больших хирургических вмешательств [3, 5, 11–13]. Однако, по данным литературы, успешные результаты лечения детей с врожденными плоско-вальгусными стопами достигаются существенно реже по сравнению с таковыми у пациентов с косолапостью [2, 9, 14–20]. А наблюдение за этой группой пациентов показывает,

что у детей с неидиопатическим ВВТ на фоне роста часто наступает потеря коррекции, иногда требующая последующих оперативных вмешательств [21].

При отсутствии лечения при ВВТ (рис. 1), с увеличением массы тела, человека ожидают боли в стопах, инвалидность и сложности с подбором обуви. Как правило, страдает походка, что связано с трудностями балансирования. Отмечается специфическое снашивание обуви. Боль в стопе часто развивается уже в раннем подростковом возрасте. Поскольку пяточные кости подтянуты, у пациента страдает фаза опоры в биомеханике ходьбы, а именно подфазы начального контакта (касание пяткой поверхности опоры) и окончание опоры (активное отталкивание).

У пациентов с ВВТ без лечения опорой служит средний отдел стопы, больше за счет внутреннего края, являющегося в норме продольным сводом и отвечающего за амортизирующую функцию при ходьбе и в положении стоя (рис. 2). Формируются болезненные натоптыши, мозоли и слизистые сумки, страдает сосудисто-нервный медиальный пучок [1, 22].

## ЭТИОПАТОГЕНЕЗ

Выявление точной этиологии ВВТ в каждом конкретном случае, как правило, связано с большими финансовыми затратами и не всегда возможно. Порой это сочетание нескольких факторов. По теории Т. Wirth, в формировании ВВТ участвует повышенное внутриматочное давление и результирующие сухожильные контрактуры, или арест в развитии плода, возникающий между 7-й и 12-й неделями беременности [23, 24]. По данным L. Lamy и L. Weissman [7], около половины всех случаев вертикальной таранной кости встречается в ассоциации с неврологическими нарушениями или, по исследованиям P.L.Townes и соавт. [25, 26] и I.A. Uchida и соавт. [2, 6], с генетическими синдромами. Ассоциированные нарушения неврологического характера можно разделить на две основные категории:



**Рис. 1.** Пациент П., 17 лет. Врожденный вертикальный таран. Лечение в грудном возрасте гипсовыми повязками по месту жительства, без оперативного вмешательства

**Fig. 1.** Patient P., 17 years old. Vertical talus. Treatment in infancy with plaster casts at the place of residence, without surgery



**Рис. 2.** Пациент П., 17 лет. Прямая и боковая рентгенограмма стопы с нагрузкой. Вертикальное положение таранной кости с двух сторон  
**Fig. 2.** Patient P., 17 years old. Direct and lateral radiographs of the feet with stress. The vertical position of the talus from 2 sides

центральные дефекты нервной системы и нервно-мышечные расстройства. Остальная часть случаев ВВТ считается идиопатической. Появляется все больше доказательств о генетической причине формирования ВВТ с аутосомно-доминантным типом наследования [2, 9, 27, 28]. Но ни один известный дефект генов не отвечает за все встречающиеся случаи вертикальной таранной кости, поэтому вполне вероятно, что патофизиологическая основа развития вертикальной таранной кости носит гетерогенный характер [29].

Врожденная сосудистая недостаточность нижних конечностей также была предложена в качестве потенциальной причины вертикальной таранной кости, на основании данных магнитно-резонансной ангиографии, которая продемонстрировала врожденную артериальную недостаточность нижней конечности в группе пациентов с изолированной вертикальной таранной костью [29].

Таким образом, причинами ВВТ, ассоциированными с нарушениями центральной нервной системы, являются: миеломенингоцеле, спинальная мышечная атрофия, диастемомелия, сакральная агенезия. Нервно-мышечными расстройствами могут быть: дистальный артрогрипоз, артрогрипоз множественный, нейрофиброматоз. Хромосомными аномалиями: трисомия 18, 15, 13-й пар хромосом. Известными генетическими синдромами, включающими ВТ: нейрофиброматоз, синдром Prune-Belly, синдром Costello – Rasmussen, синдром de Barsy – Moens – Dierckx, синдром расщепленной кисти и расщепленной стопы. Возможны также нарушения генов *HOXD10* *CDMP1* и т.д. [20].

## ПАТОЛОГИЧЕСКАЯ АНАТОМИЯ

Как аутопсийные, так и хирургические данные способствовали пониманию патологической анатомии ВВТ [19, 30]. При данной патологии одни авторы описывают, так же как и при косолапости, нормальную структуру и количество костей пораженной стопы, отмечая только нарушение их ориентации и мягкотканые изменения. Имеются контрактуры передней большеберцовой мышцы, короткого разгибателя 1-го пальца, малоберцовой группы мышц и ахиллова сухожилия. Тильная капсула таранно-ладьевидного сустава сокращается и утолщается. Ладьевидная кость смещена к тылу и латерально

по отношению к головке и шейке таранной кости. Из-за отсутствия соответствующего сопоставления с таранной костью, ладьевидная кость имеет клиновидную форму, суставные капсулы гипопластичны. Головка и шейка таранной кости уплощены и медиально отклонены. Крайнее подошвенное «сгибательное» положение таранной кости приводит к ослаблению пяточно-ладьевидной связки. Пяточная кость подтянута и отклонена кнаружи. Увеличен угол между осями таранной и пяточной кости. При тяжелых деформациях кубовидная кость смещается в тыльно-латеральном направлении, что приводит к тыльно-наружному подвывиху или вывиху в пяточно-кубовидном суставе. Заднее большеберцовое сухожилие часто смещено кпереди от медиальной лодыжки, в то время как малоберцовые сухожилия могут быть смещены над латеральной лодыжкой; сухожилия в результате смещения кпереди могут функционировать как разгибатели голеностопного сустава, а не как сгибатели [1, 30–32].

Другие авторы, L.P. Seimon [33] и E.E. Specht [34], констатируют изменения в строении таранной и пяточной костей, такие как деформацию таранной кости с гипоплазией или отсутствием суставных передних и средних фасеток подтаранного сустава. Видимо, проводя оценку, различные исследователи оценивали разные по тяжести, возрасту и сопутствующим аномалиям детей со стопами с ВВТ.

## КЛИНИКА

ВВТ клинически проявляется вальгусом и подтянутой задней частью стопы, отведением и дорсифлексией переднего отдела в поперечных суставах стопы (Шопара и Лисфранка). Подошвенная сторона стопы выпуклая, что создает видимость коромысла или стопы-качалки (рис. 3).

На тыльной стороне стопы и по наружному краю имеются глубокие кожные складки от гофрирования мягких тканей вокруг латеральной лодыжки. Малоберцовые и переднее большеберцовое сухожилия сокращаются, и стопа пронирруется. Головка таранной кости пальпируется по подошвенной стороне ближе к медиальному краю. Ахиллово сухожилие укорачивается относительно длины голени, а пяточная кость находится в подтянутом

кверху положении. При этом наблюдается «ложная» тыльная флексия, которая обусловлена переразгибанием в среднем отделе стопы за счет сустава Шопара. Зачастую ладьевидная кость плотно прижата к шейке и блоку таранной кости, что является признаком ригидной деформации. Расстояние от верхнезаднего края ладьевидной кости до переднего края суставной поверхности большеберцовой кости может быть использовано в качестве одного из признаков для дифференциальной диагностики тяжести врожденного вертикального тарана. При подошвенном сгибании стопы с ВВТ вправление в таранно-ладьевидном суставе не наступает, а при мобильной стопе мы всегда можем констатировать полное соответствие в таранно-ладьевидном суставе [1, 21].

Без проведения лечения, деформации стоп, наблюдаемые при ВВТ, становятся более ригидными, происходят изменения в костях и суставах заднего и среднего отделов стоп. При вертикальной нагрузке формируются мозоли, натоптыши и слизистые сумки подошвенной поверхности стопы с медиальной стороны в области головки таранной кости. Передний отдел стопы становится всё более отведенным и ригидным, а пятка не касается опоры при ходьбе. Появляются трудности в подборе обуви, стопы становятся болезненными [1].

## КЛАССИФИКАЦИЯ

Современные классификации для ВВТ ориентированы либо на описание имеющихся анатомических аномалий, либо на наличие или отсутствие сопутствующих диагнозов. Наиболее широко используемая система анатомической классификации была предложена S.S. Coleman. Он описал два типа вертикальной таранной кости; деформация I типа характеризуется ригидным изолированным вывихом в таранно-ладьевидном суставе; деформация II типа — ригидным тыльным вывихом таранно-ладьевидного и вывихом или подвывихом/вывихом в пяточно-кубовидном суставе [15]. Другие классификации были сосредоточены на том, была ли вертикальная таранная кость изолированной деформацией или присутствовала в дополнение к другим аномалиям [29].

К. Ogata и соавт. [27] разделили ВВТ на три группы. В первой группе, которая определяется как идиопатическая, нет других ассоциированных диагнозов. Во вторую группу вошли пациенты с ВВТ в сочетании с другими врожденными аномалиями, но без неврологического дефицита. Третья группа включает пациентов с ВВТ и сопутствующими неврологическими расстройствами. Наконец, С. Hatanishi [35] классифицирует ВВТ на пять групп на основе ассоциации с: (1) дефектами нервной трубки или аномалиями позвоночника, (2) нервно-мышечными расстройствами, (3) синдромами мальформации, (4) хромосомными aberrациями и (5) идиопатическими.

Следует отметить, что существующие классификационные системы пытаются определить косую таранную кость как более мягкую форму ВВТ на основе рентгенологических и клинических критериев обследования [12, 35–38]. Однако эти попытки классификации не привели к последовательным рекомендациям по лечению, поскольку некоторые ригидные плоско-вальгусные стопы с «косым» расположением таранной кости и тугим ахилловым сухожилием действительно требуют лечения, несмотря на отсутствие клинических проявлений у детей младшего и среднего возраста. [38]. По опыту М. Miller и М. Dobbs, «косая» таранная кость в сочетании с тугим ахиллом с возрастом часто становится симптоматической. По этой причине они рассматривают косые и вертикальные тараны, как звенья одной цепи в разной степени выраженности. Подобно козлапости, не все ВВТ имеют одинаковую ригидность. Если на рентгенограмме диагностируется косая таранная кость, но имеется эквинусная контрактура (определяемая как неспособность достичь  $10^\circ$  при пассивной тыльной флексии в голеностопном суставе с согнутым коленом), М. Miller и М. Dobbs рассматривают ее как ВВТ. Лечебные решения, все же, должны основываться на ригидности изменений в таранно-ладьевидном суставе и величине эквинуса [29].

Проблема с этими классификациями заключается в том, что они не учитывают непосредственно двигательную функцию нижних конечностей. По опыту некоторых авторов, С. Gurnett, L. Merrill, H. Osmond-Clarke, слабая или отсутствующая двигательная функция в мышцах голени является предиктором не только плохого ответа на мануальную коррекцию, но и риска рецидива заболевания [39–41]. Способность ребенка к тыльному и подошвенному сгибанию пальцев можно оценить, слегка стимулируя тыльную и подошвенную поверхность стопы. Движение может быть классифицировано как оптимальное (значительное), незначительное или отсутствующее. Это простое обследование может быть повторено при каждом клиническом посещении для повышения точности диагноза. Новая система классификации диагноза, учитывающая это, необходима, поскольку способность лучше прогнозировать ответ на лечение, позволит разработать индивидуальную программу терапии для пациентов из группы ВВТ [29].

Таким образом, на настоящий момент отсутствует единая классификация, позволяющая разрабатывать дорожную карту лечения для пациента, прогнозирующая исход лечения и вероятность потери коррекции на фоне роста.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

**Рентгенография.** Наиболее часто используемым, доступным и простым методом исследования при ВВТ



является рентгенография. Рентгенографию проводят до начала лечения для верификации диагноза. Далее исследование проходит интраоперационно (для подтверждения коррекции), затем по мере роста ребенка сначала в положении лежа, а потом стандартные снимки стопы с нагрузкой, в зависимости от клиники, сопутствующих заболеваний, интенсивности роста ребенка и т.д. Рентгенографическая оценка сосредоточена на отношениях ядер окостенения таранной и пяточной кости с большеберцовой костью, а также на отношениях плюсневых костей с задним отделом стопы. Измерения, которые могут быть получены и показательны на рентгенограммах, включают в себя таранно-пяточный, большеберцово-пяточный, большеберцово-таранный углы и угол между осями тарана и первой плюсневой кости [1, 29, 42].

По мнению различных авторов, целесообразно выполнять снимки в двух проекциях. Переднезаднюю рентгенограмму стоп (AP) следует делать в нейтральном положении для младенцев, боковую (L) — с максимальной тыльной и подошвенной флексией, и стоя для детей, способных стоять самостоятельно. Отсутствие окостенения многих костей стопы при рождении может затруднить диагностику врожденной вертикальной таранной кости на рентгенограммах. Таранная кость, большеберцовая кость, пяточная кость и плюсневые кости окостеневают внутриутробно, к моменту рождения. Кубовидная кость окостеневает в первый месяц жизни, в то время как клиновидные и ладьевидная — обычно в возрасте 2 и 3 лет соответственно [42]. При этом порой возникают сложности в определении длинника таранной кости у маленьких детей, при округлой форме кости, что может приводить к ошибочным интерпретациям [29, 42–44].

Величина пяточно-подошвенного угла из-за неполной оксификации пяточного бугра и отсутствие оксификации головки I плюсневой кости отличается от показателей нормы у взрослых и равняется в среднем 10–15°. Данный показатель удобно оценивать у взрослых, но у детей используется редко. Критерием правильности анатомических соотношений в подтаранном суставе в сагиттальной плоскости служит проекционное

наложение на тело пяточной кости головки таранной не более чем на 1/4 ее вертикального размера [44].

На боковой рентгенограмме с максимальной подошвенной флексией проявится стойкое смещение длинника таранной кости и первой плюсневой кости (рис. 4), причем значения базового угла между осями этих костей более 35° считаются диагностическими для вертикальной таранной кости [35]. Тем не менее вертикальный таран не может быть исключен со значениями угла менее 35°. В таких случаях наличие или отсутствие эквинуса должно быть зафиксировано. Если эквинус присутствует, то деформация считается жесткой и требует лечения таким же образом, как и для вертикального тарана с углом более 35°. В отличие от этого, при подошвенном сгибании боковая рентгенография косо таранной кости продемонстрирует восстановление нормального соотношения между длинной осью таранной кости и первой плюсневой костью [1] (рис. 4).

На боковой рентгенограмме с максимальной тыльной флексией (рис. 5) наблюдается стойкое увеличение большеберцово-пяточного угла относительно нормальных значений, что указывает на фиксированный эквинус.

R. Meary [45] доказал, что на боковой рентгенограмме стопы в стандартном положении с нагрузкой в норме, линия, проведенная по оси таранной кости, совпадает с осью I плюсневой кости. При плоскостопии эти линии пересекаются с углом, открытым к тылу на уровне несостоятельности свода.

R.L. Bordelon (1980) предложил таранно-1-плюсневый угол от 1 до 15° считать плоскостопием умеренной степени, угол более 15° расценивать как тяжелое плоскостопие. Он также отмечал, что вершина свода стопы может располагаться в различных местах: на уровне таранно-ладьевидного, ладьевидно-клиновидного или обоих указанных суставов [44].

R. Vanderwilde и соавт. [46] рассчитали нормальные угловые соотношения заднего и переднего отделов стопы у детей в зависимости от возраста (см. таблицу).

Рентгенологическое обследование при ВВТ — это объективный, простой и дешевый метод оценки тяжести и результатов лечения пациентов с патологией стопы.

**Таблица.** Нормальные угловые соотношения заднего и переднего отделов стопы у детей

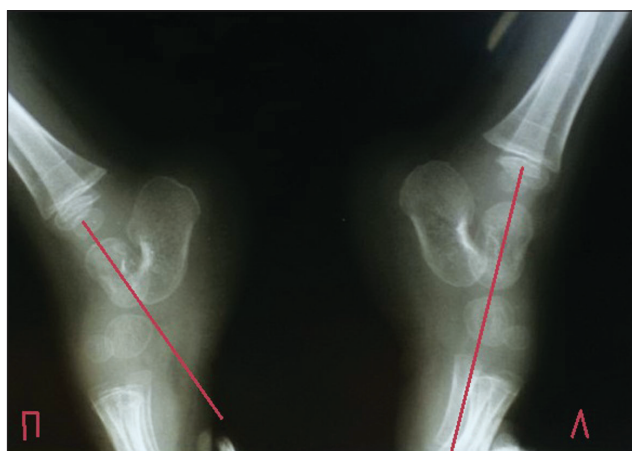
**Table.** Normal angular ratios of the hindfoot and forefoot in children

Проекция	Угол	Возраст			
		новорожденный	2 года	4 года	от рождения до 9 лет
Переднезадняя рентгенография (AP)	Таранно-1-плюсневый	20°	13°	10°	От –9 до 31°
	Таранно-пяточный	42° (27–56°)	40° (26–50°)	34° (24–44°)	15–56°
	Таранно-1-плюсневый	19°	21°	9°	От –7 до 39°
Боковая рентгенография (Lateral)	Большеберцово-таранный	115°	114°	113°	От 86 до 145°
	Большеберцово-пяточный	77°	71°	67°	От 56 до 95°



**Рис. 3.** Пациент П., 2 мес. Врожденный двухсторонний вертикальный таран

**Fig. 3.** Patient P., 2 months. Congenital 2-sided vertical talus

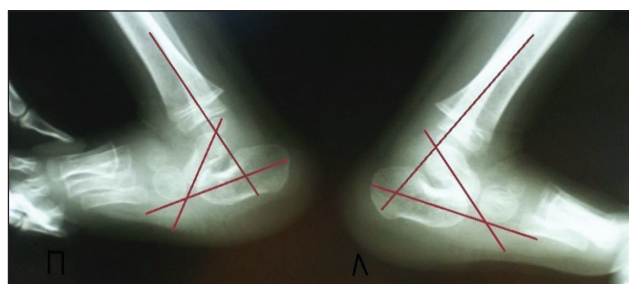


**Рис. 4.** Пациент С., 2 года. Боковая рентгенограмма с максимальной подошвенной флексией. Врожденный вертикальный таран справа, косой таран слева

**Fig. 4.** Patient S., 2 years old. Lateral radiograph with maximum plantar flexion. Congenital vertical talus on the right, oblique talus on the left

Но интерпретация данных рентгенографии сложна, учитывая требуемый возраст начала лечения и особенности сроков окостенения костей стоп у детей [1].

**Ультразвуковое исследование.** Отсутствие ядер окостенения и особенности их оссификации вызывают

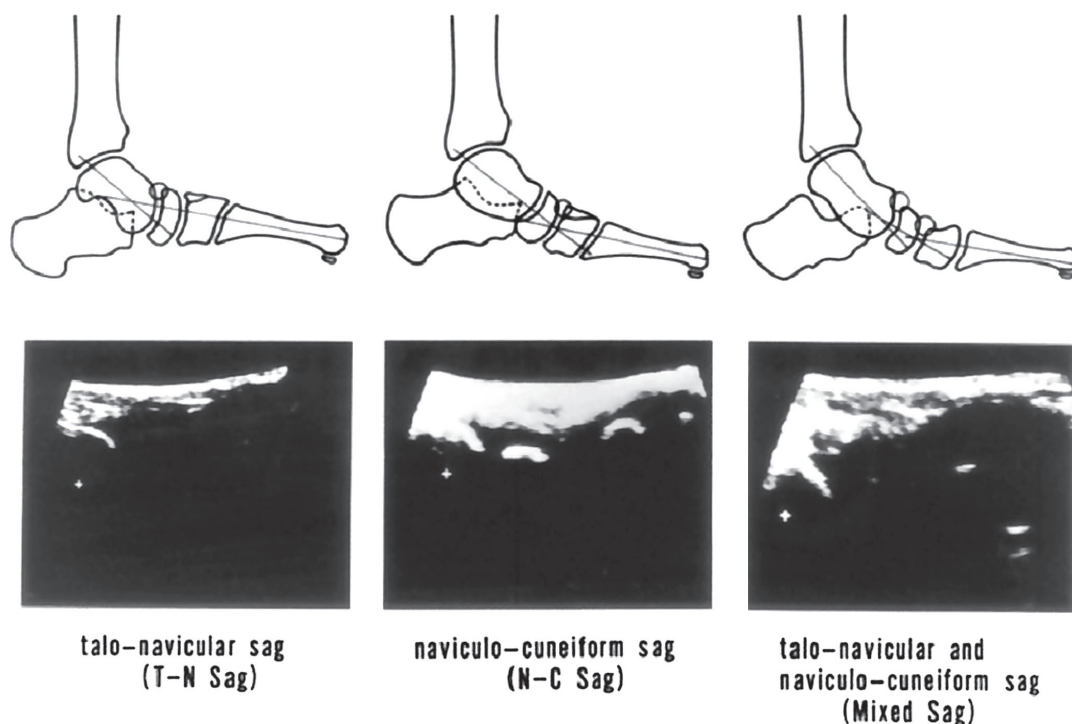


**Рис. 5.** Пациент С., 2 года. Боковая рентгенограмма с максимальной тыльной флексией. Врожденный вертикальный таран справа, косой таран слева

**Fig. 5.** Patient S., 2 years old. Lateral radiograph with maximum dorsiflexion. Congenital vertical talus on the right, oblique talus on the left

сложности в интерпретации стоп у детей младшей возрастной группы. В этой ситуации сагитальное изображение, полученное при ультразвуковом исследовании, оказалось мощным подспорьем для оценки плоскостопия. Данный метод широко используют Y. Ueki и соавт. [47].

Для классификации используются три типа плоскостопия: таранно-ладьевидный подвывих (TN-провисание), ладьевидно-клиновидный подвывих (NC-провисание) и таранно-ладьевидный и ладьевидно-клиновидный подвывихи (смешанный) (рис. 6) [47].



**Рис. 6.** Ультразвуковое сагитальное изображение трех типов плоскостопия [47]

**Fig. 6.** Ultrasound sagittal image of three types of flat feet [47]

Таким образом, ультразвуковое исследование можно использовать для определения положения таранной кости и контроля мануального вправления. Но диагност должен обладать определенным навыком и опытом, иметь ультразвуковой аппарат в доступности.

Ультразвуковое исследование также используют для пренатальной оценки плоско-вальгусной стопы. Постнатальное ультразвуковое исследование может помочь в выявлении сопутствующих пороков развития внутренних органов, например, для постановки какого-либо синдрома, в состав которого входит врожденный вертикальный таран, и определении особенностей кровоснабжения стопы и голени. Триплексное сканирование показало, что часто встречается нарушение васкуляризации стопы [48, 49].

**Компьютерная томография и ядерно-магнитно-резонансное исследование.** При ВВТ данные методы исследования сыграли важную роль в разгадке биомеханических особенностей стопы при этой деформации, оценки соотношения костей и положении суставных фасеток. Данные методы могут применяться в предоперационном периоде для выявления нарушения конфигурации костей, уточнения их взаиморасположения и определения объема оперативного вмешательства, подобно как при косолапости. В послеоперационном периоде — для оценки степени коррекции, наличия асептического некроза, деформирующего артроза, как последствия хирургического лечения [50–53].

При этом компьютерная томография и особенно ядерно-магнитно-резонансная томография в современных

условиях трудоемки, как правило, связаны с седацией ребенка и сравнительно с ультразвуковым исследованием являются дорогостоящими методами обследования [54–57].

**Магнитно-резонансная ангиография** — малоинвазивный метод, используемый для визуализации сосудистых структур в брюшной полости, тазу и нижних конечностях по различным клиническим показаниям. Полученные изображения эквивалентны ангиографическим, а сама методика не несет в себе рисков лучевой или артериальной пункции [41].

## ЛЕЧЕНИЕ

Цель лечения состоит в восстановлении нормальных анатомических взаимоотношений между таранной, ладьевидной и пяточной костями, для обеспечения правильного распределения веса на стопу. При изучении доступной нам литературы мы встретили две группы авторов. Первая предполагает невозможность достаточной гипсовой коррекции и абсолютную необходимость открытого вправления ВВТ [56, 58–62]. Существует несколько методик оперативного лечения пациентов с вертикальным тараном [20, 63, 64–68].

Вторая группа авторов предполагает возможность этапного гипсования с учетом биомеханики костей заднего и среднего отделов стопы как метода окончательной коррекции с малоинвазивным оперативным вмешательством без нарушения источников кровоснабжения таранной кости.



В настоящее время, у ребенка есть шанс вылечить малоинвазивно, за счет эластичности мягкотканых структур стопы. И чем раньше начата гипсовая коррекция, тем больше шансов она имеет на успех. У детей до трех лет фиброзные изменения мягких тканей заднего и среднего отделов стопы не препятствуют восстановлению анатомических соотношений в суставах, что позволяет избежать больших хирургических вмешательств [69–73]. Этапное гипсование стопы с врожденной вертикальной таранной костью традиционно используют как метод уменьшения деформации, вправления костей стопы и, тем самым, снижения вероятности обширной операции по выведению таранной кости из мягкотканых рубцов [3, 19, 27, 33].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ литературных данных показал, что до конца не изучены причины формирования врожденной вертикальной таранной кости. В России до настоящего момента по-прежнему остается затруднительна ее диагностика. Врожденный вертикальный таран — одна из редких проблем в мировой ортопедической практике в сравнении с врожденной косолапостью, но у врачей, постоянно занимающихся лечением детей с деформациями стоп, такие пациенты встречаются на приеме регулярно.

Несмотря на актуальность проблемы до настоящего времени в мировой литературе существуют противоречия, которые указывают на ряд нерешенных проблем. Мы представили доступную нам мировую литературу, которая должна помочь принять решение ортопеду на приеме. В течение последних десятилетий значительно улучшилось понимание биомеханики движений костей заднего и среднего отделов стопы при ВВТ. А работы М. Dobbs позволяют надеяться на резкое сужение показаний к открытой хирургической технике. Тем не менее существует проблема как с гипердиагностикой и лечением детей с мобильными плоско-вальгусными стопами, так и с поздним выявлением врожденной деформации

стопы и как следствие, поздним началом лечения. Отсутствует единая классификация ВВТ для сравнения результатов лечения различными методами. Нет стандартных рентгенологических укладок и общепринятых угловых характеристик, отражающих тяжесть деформации стопы и служащих выбором варианта лечения. В нашей стране отсутствует единый подход к лечению пациентов с вертикальным тараном среди ортопедов. Необходимо продолжать исследовать данную патологию, выбирать оптимальный метод лечения, исходя из возраста, варианта и ригидности ВВТ, изучать отдаленные результаты лечения, выяснять причины рецидивов и стараться их избежать.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ / ADDITIONAL INFO

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

**Author contribution.** Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

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

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

**Источник финансирования.** Не указан.

**Funding source.** Not specified.

**Информированное согласие на публикацию.** Авторы получили письменное согласие законных представителей пациента на публикацию медицинских данных и фотографий.

**Consent for publication.** Written consent was obtained from the patient for publication of relevant medical information and all of accompanying images within the manuscript.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Alae F., Boehm S., Dobbs M.B. A new approach to the treatment of congenital vertical talus // *J Child Orthop.* 2007. Vol. 1, N 3. P. 165–174. doi: 10.1007/s11832-007-0037-1
2. Dobbs M.B., Schoenecker P.L., Gordon J.E. Autosomal dominant transmission of isolated congenital vertical talus // *Iowa Orthop J.* 2002. Vol. 22. P. 25–27.
3. Jacobsen S.T., Crawford A.H. Congenital vertical talus // *J Pediatr Orthop.* 1983. Vol. 3, N 3. P. 306–310. doi: 10.1097/01241398-198307000-00007
4. Конохов М.П. Хирургическое лечение врожденной плоско-вальгусной деформации стоп у детей : дис. ... канд. мед. наук. Санкт-Петербург, 1989.
5. Lamy L., Weissman L. Congenital convex pes valgus // *J Bone Joint Surg Am.* 1939. Vol. 21, N 1. P. 79–91.
6. Fitton J.M., Nevelos A.B. The treatment of congenital vertical talus // *J Bone Joint Surg Br.* 1979. Vol. 61, N 4. P. 481–483. doi: 10.1302/0301-620X.61B4.387799
7. Zorer G., Bagatur A.E., Dogan A. Single stage surgical correction of congenital vertical talus by complete subtalar release and peritalar reduction by using the Cincinnati incision // *J Pediatr Orthop B.* 2002. Vol. 11, N 1. P. 60–67. doi: 10.1097/00009957-200201000-00010
8. Colton C.L. The surgical management of congenital vertical talus // *J Bone Joint Surg Br.* 1973. Vol. 55, N 3. P. 566–574.



9. Dobbs MB., Gurnett C.A., Pierce B., et al. HOXD10 M319K mutation in a family with isolated congenital vertical talus // *J Orthop Res.* 2006. Vol. 24, N 3. P. 448–453. doi: 10.1002/jor.20052
10. Бландинский В.Ф., Вавилов М.А., Громов И.В. Метод Доббса в лечении детей с тяжелыми врожденными плоско-вальгусными деформациями стоп // *Травматология и ортопедия России.* 2012. № 3. С. 89–94.
11. Dobbs M.B., Purcell D.B., Nunley R., Morcuende J.A. Early results of a new method of treatment for idiopathic congenital vertical talus. Surgical technique // *J Bone Joint Surg Am.* 2007. Vol. 89, Suppl 2, Pt. 1. P. 111–121. doi: 10.2106/JBJS.F.01011
12. Kumar S.J., Cowell H.R., Ramsey P.L. Vertical and oblique talus // *Instr Course Lect.* 1982. Vol. 31. P. 235–251.
13. Mukerjee K.B., Ippolito E., Farsetti P., et al. Long-term comparative results in patients with congenital clubfoot treated with two different protocols // *J Bone Joint Surg Am.* 2003. Vol. 85, N 7. P. 1286–1294. doi: 10.2106/00004623-200307000-00015
14. Кузнечихин Е.П., Ульрих Э.В. Хирургическое лечение детей с заболеваниями и деформациями опорно-двигательной системы. Руководство для врачей. Москва : Медицина, 2004.
15. Coleman S.S., Stelling F.H. 3rd, Jarrett J. Pathomechanics and treatment of congenital vertical talus // *Clin Orthop Relat Res.* 1970. Vol. 70. P. 62–72.
16. Dobbs M.B., Purcell D.B., Nunley R., Morcuende J.A. Early results of a new method of treatment for idiopathic congenital vertical talus // *J Bone Joint Surg Am.* 2006. Vol. 88, N 6. P. 1192–1200. doi: 10.2106/JBJS.E.00402
17. Вавилов М.А., Бландинский В.Ф., Громов И.В., Баушев М.А. Методы I. Ponseti и M. Dobbs в лечении детей с артрогрипотическими деформациями стоп // *Гений ортопедии.* 2015. № 4. С. 31–35. doi: 10.18019/1028-4427-2015-4-31-35
18. Dodge L.D., Ashley R.K., Gilbert R.J. Treatment of the congenital vertical talus: a retrospective review of 36 feet with long-term follow-up // *Foot Ankle.* 1987. Vol. 7, N 6. P. 326–332. doi: 10.1177/107110078700700602
19. Drennan J.C. Congenital vertical talus // *Instr Course Lect.* 1996. Vol. 45. P. 315–322.
20. Gurnett C.A., Keppel C., Bick J., et al. Absence of HOXD10 mutations in idiopathic clubfoot and sporadic vertical talus // *Clin Orthop Relat Res.* 2007. Vol. 462. P. 27–31. doi: 10.1097/BLO.0b013e31805d8649
21. Вавилов М.А., Бландинский В.Ф., Громов И.В., и др. Отдаленные результаты лечения детей с врожденной вертикальной таранной костью // *Гений ортопедии.* 2019. Т. 25, № 3. С. 330–336. doi: 10.18019/1028-4427-2019-25-3-330-336
22. Lloyd-Roberts G.C., Spence A.J. Congenital vertical talus // *J Bone Joint Surg Br.* 1958. Vol. 40-B, N1. P. 33–41. doi: 10.1302/0301-620X.40B1.33
23. da Paz A.C. Jr, de Souza V., de Souza D.C. Congenital convex pes valgus // *Orthop Clin North Am.* 1978. Vol. 9, N 1. P. 207–218.
24. Wirth T., Schuler P., Griss P. Early surgical treatment for congenital vertical talus // *Arch Orthop Trauma Surg.* 1994. Vol. 113, N 5. P. 248–253. doi: 10.1007/BF00443812
25. Townes P.L., Dehart G.K. Jr., Hecht F., Manning J.A. Trisomy 13–15 in a male infant // *J Pediatr.* 1962. Vol. 60. P. 528–532. doi: 10.1016/s0022-3476(62)80113-9
26. Uchida I.A., Lewis A.J., Bowman J.M., Wang H.C. A case of double trisomy: trisomy No. 18 and triplo-X // *J Pediatr.* 1962. Vol. 60. P. 498–502. doi: 10.1016/s0022-3476(62)80110-3
27. Ogata K., Schoenecker P.L., Sheridan J. Congenital vertical talus and its familial occurrence: an analysis of 36 patients // *Clin Orthop.* 1979. N 139. P. 128–132.
28. Stern H.J., Clark R.D., Stroberg A.J., Shohat M. Autosomal dominant transmission of isolated congenital vertical talus // *Clin Genet.* 1989. Vol. 36, N 6. P. 427–430.
29. Miller M., Dobbs M.B. Congenital vertical talus: etiology and management // *J Am Acad Orthop Surg.* 2015. Vol. 23, N 10. P. 604–611. doi: 10.5435/JAAOS-D-14-00034
30. Drennan J.C., Sharrard W.J. The pathological anatomy of convex pes valgus // *J Bone Joint Surg Br.* 1971. Vol. 53, N 3. P. 455–461.
31. Patterson W.R., Fitz D.A., Smith W.S. The pathologic anatomy of congenital convex pes valgus. Post mortem study of a newborn infant with bilateral involvement // *J Bone Joint Surg Am.* 1968. Vol. 50, N 3. P. 458–466. doi: 10.2106/00004623-196850030-00003
32. Shapiro F., Glimcher M.J. Gross and histological abnormalities of the talus in congenital club foot // *J Bone Joint Surg Am.* 1979. Vol. 61, N 4. P. 522–530.
33. Seimon L.P. Surgical correction of congenital vertical talus under the age of 2 years // *J Pediatr Orthop.* 1987. Vol. 7, N 4. P. 405–411. doi: 10.1097/01241398-198707000-00005
34. Specht E.E. Congenital paralytic vertical talus. An anatomical study // *J Bone Joint Surg Am.* 1957. Vol. 57, N 6. P. 842–847.
35. Hamanishi C. Congenital vertical talus: classification with 69 cases and new measurement system // *J Pediatr Orthop.* 1984. Vol. 4, N 3. P. 318–326.
36. Большаков О.П., Котов И.П., Полякова Е.Л. Возможности голографической интерферометрии в ранней диагностике плоскостопия у детей // *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста.* 2015. Т. 3, № 1. С. 50–56. doi: 10.17816/PTORS3150-56
37. Gould N., Moreland M., Alvarez R., et al. Development of the child's arch // *Foot Ankle.* 1989. Vol. 9, N 5. P. 241–245. doi: 10.1177/107110078900900506
38. Mickie J., Radomisli T. Congenital vertical talus: a review // *Clin Podiatr Med Surg.* 2010. Vol. 27, N 1. P. 145–156. doi: 10.1016/j.cpm.2009.08.008
39. Osmond-Clarke H. Congenital vertical talus // *J Bone Joint Surg Br.* 1956. Vol. 38-B, N 1. P. 334–341. doi: 10.1302/0301-620X.38B1.334
40. Merrill L.J., Gurnett C.A., Connolly A.M., et al. Skeletal muscle abnormalities and genetic factors related to vertical talus // *Clin Orthop Relat Res.* 2011. Vol. 469, N 4. P. 1167–1174. doi: 10.1007/s11999-010-1475-5
41. Kruse L., Gurnett C.A., Hootnick D., Dobbs M.B. Magnetic resonance angiography in clubfoot and vertical talus: a feasibility study // *Clin Orthop Relat Res.* 2009. Vol. 467, N 5. P. 1250–1255.
42. Howard C.B., Benson M.K. The ossific nuclei and the cartilage anlage of the talus and calcaneum // *Bone Joint Surg Br.* 1992. Vol. 74, N 4. P. 620–623. doi: 10.1302/0301-620X.74B4.1624527
43. Hubbard A.M., Meyer J.S., Davidson R.S., et al. Relationship between the ossification center and cartilaginous anlage in the normal hindfoot in children: study with MR imaging // *AJR Am J Roentgenol.* 1993. Vol. 161, N 4. P. 849–853. doi: 10.2214/ajr.161.4.8372773
44. Bordelon R.L. Correction of hypermobile flatfoot in children by molded insert // *Foot Ankle.* 1980. Vol. 1. P. 143–150.
45. Meary R. On the measurement of the angle between the talus and the first metatarsal. Symposium: Le Pied Creux Essential // *Rev Chir Orthop.* 1967. Vol. 53. P. 389–391.

46. Vanderwilde R., Staheli L.T., Chew D.E., Malagon V. Measurements on radiographs of the foot in normal infants and children // *J Bone Joint Surg Am.* 1988. Vol. 70, N 3. P. 407–415.
47. Ueki Y., Sakuma E., Wada I. Pathology and management of flexible flat foot in children // *J Orthop Sci.* 2019. Vol. 24, N 1. P. 9–13. doi: 10.1016/j.jos.2018.09.018
48. Katz D.A., Albanese E.L., Levinsohn E.M., et al. Pulsed color-flow Doppler analysis of arterial deficiency in idiopathic clubfoot // *J Pediatr Orthop.* 2003. Vol. 23, N 1. P. 84–87.
49. Muir L., Laliotis N., Kutty S., et al. Absence of the dorsalis pedis pulse in the parents of children with club foot // *J Bone Joint Surg Br.* 1995. Vol. 77, N 1. P. 114–116.
50. Волков С.Е. Дифференциальная диагностика и раннее комплексное лечение врожденных деформаций стоп у детей : автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва, 1999.
51. Cahuzac J.P., Navascues J., Baunin C., et al. Assessment of the position of the navicular by three-dimensional magnetic resonance imaging in infant foot deformities // *J Pediatr Orthop B.* 2002. Vol. 11, N 2. P. 134–138. doi: 10.1097/00009957-200204000-00009
52. Downey D.J., Drennan J.C., Garcia J.F. Magnetic resonance image findings in congenital talipes equinovarus // *J Pediatr Orthop.* 1992. Vol. 12, N 2. P. 224–228. doi: 10.1097/01241398-199203000-00013
53. Grayhack J.J., Zawin J.K., Shore R.M., et al. Assessment of calcaneocuboid joint deformity by magnetic resonance imaging in talipes equinovarus // *J Pediatr Orthop.* 1995. Vol. 4, N 1. P. 36–38. doi: 10.1097/01202412-199504010-00005
54. Reikeras O., Hoiseth A. Torsion of the leg determined by computed tomography // *Acta Orthop Scand.* 1989. Vol. 60, N 3. P. 330–333. doi: 10.3109/17453678909149288
55. Laasonen E.M., Jokio P., Lindholm T.S. Tibial torsion measured by computed tomography // *Acta Radiol Diagn (Stockh).* 1984. Vol. 25, N 4. P. 325–329. doi: 10.1177/028418518402500413
56. Jend H.H., Heller M., Dallek M., Schoettle H. Measurement of tibial torsion by computer tomography // *Acta Radiol Diagn (Stockh).* 1981. Vol. 22, N 3A. P. 271–276. doi: 10.1177/028418518102203a10
57. Jakob R.P., Haertel M., Stüssi E. Tibial torsion calculated by computerised tomography and compared to other methods of measurement // *J Bone Joint Surg Br.* 1980. Vol. 62-B, N 2. P. 238–242. doi: 10.1302/0301-620X.62B2.7364840
58. Бродко Г.А. Хирургическое лечение врожденной плосковальгусной деформации стоп у детей : дис. ... канд. мед. наук. Москва, 1990.
59. Колюхов М.П. Хирургическое лечение врожденных деформаций стоп у детей : дис. ... канд. мед. наук. Москва, 1989.
60. Крупко И.Л. Руководство по травматологии и ортопедии. Москва, 1975. Т. 2. С. 148–149.
61. Campbell W.C. Campbell's operative orthopaedics. Crenshaw A.H., editor. Maryland Heights, Missouri : Mosby, 1987. P. 2647–2652.
62. Кузнецихин Е.П., Трубин И.В., Кузин А.С., и др. Врожденная плосковальгусная деформация стоп с вертикальным положением таранной кости и методы ее коррекции у детей // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2005. № 1. С. 65.
63. De Rosa G.P., Ahlfeld S.K. Congenital vertical talus: the Riley experience // *Foot Ankle.* 1984. Vol. 5, N 3. P. 118–124. doi: 10.1177/107110078400500304
64. Власов М.В., Богосьян А.Б., Тенилин Н.А. Хирургическая коррекция врожденной плосковальгусной деформации стоп у детей // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2011. № 4. С. 23–26.
65. Копысова В.А., Каплун В.А., Городилов В.З. Реконструктивные операции при статической деформации стопы // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2010. № 2. С. 66–69.
66. Ponseti I.V. Treatment of congenital club foot // *J Bone Joint Surg Am.* 1992. Vol. 74, N 3. P. 448–454.
67. Шульгина Н.М., Лукашевич Т.А. О плосковальгусной деформации стоп у детей // Ортопедия, травматология и протезирование. 1978. № 11. С. 58–62.
68. Walker A.P., Ghali N.N., Silk F.F. Congenital vertical talus. The results of staged operative reduction // *J Bone Joint Surg Br.* 1985. Vol. 67, N 1. P. 117. doi: 10.1302/0301-620X.67B1.3968130
69. Eberhardt O., Fernandez F.F., Wirth T. The talar-axis-first metatarsal base angle in CVT treatment: a comparison of idiopathic and non-idiopathic cases treated with the Dobbs methods // *J Child Orthop.* 2012. Vol. 6, N 6. P. 491–496. doi: 10.1007/s11832-012-0449-4
70. Aslani H., Sadigi A., Tabrizi A., et al. Primary outcomes of the congenital vertical talus correction using the Dobbs method of serial casting and limited surgery // *J Child Orthop.* 2012. Vol. 6, N 4. P. 307–311. doi: 10.1007/s11832-012-0433-z
71. Wright J., Coggings D., Maizen C., Ramachandran M. Reverse Ponseti-type treatment for children with congenital vertical talus: comparison between idiopathic and teratological patients // *Bone Joint J.* 2014. Vol. 96-B, N 2. P. 274–278. doi: 10.1302/0301-620X.96B2.32992
72. Мирзоева И.И., Колюхов М.П. Лечение плосковальгусной деформации стоп у детей. Методические рекомендации. Ленинград : 1980.
73. Макарова М.С. Лечение врожденной плосковальгусной деформации стоп у детей. Под ред. В.А. Андрианова. Ленинград : 1987.

## REFERENCES

1. Alae F, Boehm S, Dobbs MB. A new approach to the treatment of congenital vertical talus. *J Child Orthop.* 2007;1(3):165–174. doi: 10.1007/s11832-007-0037-1
2. Dobbs MB, Schoenecker PL, Gordon JE. Autosomal dominant transmission of isolated congenital vertical talus. *Iowa Orthop. J.* 2002;22:25–27.
3. Jacobsen ST, Crawford AH. Congenital vertical talus. *J Pediatr Orthop.* 1983;3(3):306–310. doi: 10.1097/01241398-198307000-00007
4. Копысов М.П. *Хирургическое лечение врожденной плосковальгусной деформации стоп у детей* [dissertation]. Saint Petersburg: 1989. (In Russ).
5. Lamy L, Weissman L. Congenital convex pes valgus. *J Bone Joint Surg Am.* 1939;21(1):79–91.
6. Fitton JM, Nevelos AB. The treatment of congenital vertical talus. *J Bone Joint Surg Br.* 1979;61(4):481–483. doi: 10.1302/0301-620X.61B4.387799
7. Zorer G, Bagatur AE, Dogan A. Single stage surgical correction of congenital vertical talus by complete subtalar release and peritalar reduction by using the Cincinnati incision. *J Pediatr Orthop B.* 2002;11(1):60–67. doi: 10.1097/00009957-200201000-00010
8. Colton CL. The surgical management of congenital vertical talus. *J Bone Joint Surg Br.* 1973;55(3):566–574.

9. Dobbs MB, Gurnett CA, Pierce B, et al. HOXD10 M319K mutation in a family with isolated congenital vertical talus. *J Orthop Res*. 2006;24(3):448–453. doi: 10.1002/jor.20052
10. Blandinskiy VF, Vavilov MA, Gromov IV. Dobbs' method in treatment of children with severe congenital planovalgus deformity. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2012;(3):89–94. (In Russ).
11. Dobbs MB, Purcell DB, Nunley R, Morcuende JA. Early results of a new method of treatment for idiopathic congenital vertical talus. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am*. 2007;89 Suppl 2 Pt 1:111–121. doi: 10.2106/JBJS.F.01011
12. Kumar SJ, Cowell HR, Ramsey PL. Vertical and oblique talus. *Instr Course Lect*. 1982;31:235–251.
13. Mukerjee KB, Ippolito E, Farsetti P, et al. Long-term comparative results in patients with congenital clubfoot treated with two different protocols. *J Bone Joint Surg Am*. 2003;85(7):1286–1294. doi: 10.2106/00004623-200307000-00015
14. Kuznechikhin EP, Ul'rikh EV. *Khirurgicheskoye lecheniye detei s zabolevaniyami i deformatsiyami oporno-dvigatel'noi sistemy: rukovodstvo dlya vrachei*. Moscow: Meditsina; 2004. (In Russ).
15. Coleman SS, Stelling FH 3rd, Jarrett J. Pathomechanics and treatment of congenital vertical talus. *Clin Orthop Relat Res*. 1970;70:62–72.
16. Dobbs MB, Purcell DB, Nunley R, Morcuende JA. Early results of a new method of treatment for idiopathic congenital vertical talus. *J Bone Joint Surg Am*. 2006;88(6):1192–1200. doi: 10.2106/JBJS.E.00402
17. Vavilov MA, Blandinskiy VF, Gromov IV, Baushev MA. The techniques by I. Ponseti and M. Dobbs in treatment of children with feet arthrogryptic deformities. *Genii ortopedii*. 2015;(4):31–35. (In Russ). doi: 10.18019/1028-4427-2015-4-31-35
18. Dodge LD, Ashley RK, Gilbert RJ. Treatment of the congenital vertical talus: a retrospective review of 36 feet with long-term follow-up. *Foot Ankle*. 1987;7(6):326–332. doi: 10.1177/107110078700700602
19. Drennan JC. Congenital vertical talus. *Instr Course Lect*. 1996;45:315–322.
20. Gurnett CA, Keppel C, Bick J, et al. Absence of HOXD10 mutations in idiopathic clubfoot and sporadic vertical talus. *Clin Orthop Relat Res*. 2007;462:27–31. doi: 10.1097/BLO.0b013e31805d8649
21. Vavilov MA, Blandinskii VF, Gromov IV, et al. Long-term results of pediatric treatment of congenital vertical talus. *Orthopaedic Genius*. 2019;25(3):330–336. (In Russ). doi: 10.18019/1028-4427-2019-25-3-330-336
22. Lloyd-Roberts GC, Spence AJ. Congenital vertical talus. *J Bone Joint Surg Br*. 1958;40-B(1):33–41. doi: 10.1302/0301-620X.40B1.33
23. da Paz AC Jr, de Souza V, de Souza DC. Congenital convex pes valgus. *Orthop Clin North Am*. 1978;9(1):207–218.
24. Wirth T, Schuler P, Griss P. Early surgical treatment for congenital vertical talus. *Arch Orthop Trauma Surg*. 1994;113(5):248–253. doi: 10.1007/BF00443812
25. Townes PL, Dehart GK Jr, Hecht F, Manning JA. Trisomy 13–15 in a male infant. *J Pediatr*. 1962;60:528–532. doi: 10.1016/s0022-3476(62)80113-9
26. Uchida IA, Lewis AJ, Bowman JM, Wang HC. A case of double trisomy: trisomy No. 18 and triplo-X. *J Pediatr*. 1962;60:498–502. doi: 10.1016/s0022-3476(62)80110-3
27. Ogata K, Schoencker PL, Sheridan J. Congenital vertical talus and its familial occurrence: an analysis of 36 patients. *Clin Orthop*. 1979;(139):128–132.
28. Stern HJ, Clark RD, Stroberg AJ, Shohat M. Autosomal dominant transmission of isolated congenital vertical talus. *Clin Genet*. 1989;36(6):427–430.
29. Miller M, Dobbs MB. Congenital vertical talus: etiology and management. *J Am Acad Orthop Surg*. 2015;23(10):604–611. doi: 10.5435/JAAOS-D-14-00034
30. Drennan JC, Sharrard WJ. The pathological anatomy of convex pes valgus. *J Bone Joint Surg Br*. 1971;53(3):455–461.
31. Patterson WR, Fitz DA, Smith WS. The pathologic anatomy of congenital convex pes valgus. Post mortem study of a newborn infant with bilateral involvement. *J Bone Joint Surg Am*. 1968;50(3):458–466. doi: 10.2106/00004623-196850030-00003
32. Shapiro F, Glimcher MJ. Gross and histological abnormalities of the talus in congenital club foot. *J Bone Joint Surg Am*. 1979;61(4):522–530.
33. Seimon LP. Surgical correction of congenital vertical talus under the age of 2 years. *J Pediatr Orthop*. 1987;7(4):405–411. doi: 10.1097/01241398-198707000-00005
34. Specht EE. Congenital paralytic vertical talus. An anatomical study. *J Bone Joint Surg Am*. 1957;57(6):842–847.
35. Hamanishi C. Congenital vertical talus: classification with 69 cases and new measurement system. *J Pediatr Orthop*. 1984;4(3):318–326.
36. Bolshakov OP, Kotov IR, Polyakova EL. Holographic interferometry for early diagnosis of children flat foot. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2015;3(1):50–56. (In Russ). doi: 10.17816/PTORS3150-56
37. Gould N, Moreland M, Alvarez R, et al. Development of the child's arch. *Foot Ankle*. 1989;9(5):241–245. doi: 10.1177/107110078900900506
38. Mickie J, Radomisli T. Congenital vertical talus: a review. *Clin Podiatr Med Surg*. 2010;27(1):145–156. doi: 10.1016/j.cpm.2009.08.008
39. Osmond-Clarke H. Congenital vertical talus. *J Bone Joint Surg Br*. 1956;38-B(1):334–341. doi: 10.1302/0301-620X.38B1.334
40. Merrill LJ, Gurnett CA, Connolly AM, et al. Skeletal muscle abnormalities and genetic factors related to vertical talus. *Clin Orthop Relat Res*. 2011;469(4):1167–1174. doi: 10.1007/s11999-010-1475-5
41. Kruse L, Gurnett CA, Hootnick D, Dobbs MB. Magnetic resonance angiography in clubfoot and vertical talus: a feasibility study. *Clin Orthop Relat Res*. 2009;467(5):1250–1255.
42. Howard CB, Benson MK. The ossific nuclei and the cartilage anlage of the talus and calcaneum. *Bone Joint Surg Br*. 1992;74(4):620–623. doi: 10.1302/0301-620X.74B4.1624527
43. Hubbard AM, Meyer JS, Davidson RS, et al. Relationship between the ossification center and cartilaginous anlage in the normal hindfoot in children: study with MR imaging. *AJR Am J Roentgenol*. 1993;161(4):849–853. doi: 10.2214/ajr.161.4.8372773
44. Sadof'eva VI. *Normal'naya rentgenoanatomiya kostno-sustavnoi sistemy detei*. Leningrad: Meditsina; 1990. (In Russ).
45. Meary R. On the measurement of the angle between the talus and the first metatarsal. Symposium: Le Pied Creux Essential. *Rev Chir Orthop*. 1967;53:389–391.
46. Vanderwilde R, Staheli LT, Chew DE, Malagon V. Measurements on radiographs of the foot in normal infants and children. *J Bone Joint Surg Am*. 1988;70(3):407–415.
47. Ueki Y, Sakuma E, Wada I. Pathology and management of flexible flat foot in children. *J Orthop Sci*. 2019;24(1):9–13. doi: 10.1016/j.jos.2018.09.018



48. Katz DA, Albanese EL, Levinsohn EM, et al. Pulsed color-flow Doppler analysis of arterial deficiency in idiopathic clubfoot. *J Pediatr Orthop*. 2003;23(1):84–87.
49. Muir L, Laliotis N, Kutty S, et al. Absence of the dorsalis pedis pulse in the parents of children with club foot. *J Bone Joint Surg Br*. 1995;77(1):114–116.
50. Volkov SE. *Differentsial'naya diagnostika i rannee kompleksnoe lechenie vrozhdennykh deformatsii stop u detei* [dissertation]. Moscow; 1999. (In Russ).
51. Cahuzac JP, Navascues J, Baunin C, et al. Assessment of the position of the navicular by three-dimensional magnetic resonance imaging in infant foot deformities. *J Pediatr Orthop B*. 2002;11(2):134–138. doi: 10.1097/00009957-200204000-00009
52. Downey DJ, Drennan JC, Garcia JF. Magnetic resonance image findings in congenital talipes equinovarus. *J Pediatr Orthop*. 1992;12(2):224–228. doi: 10.1097/01241398-199203000-00013
53. Grayhack JJ, Zawin JK, Shore RM, et al. Assessment of calcaneocuboid joint deformity by magnetic resonance imaging in talipes equinovarus. *J Pediatr Orthop*. 1995;4(1):36–38. doi: 10.1097/01202412-199504010-00005
54. Reikeras O, Hoiseth A. Torsion of the leg determined by computed tomography. *Acta Orthop Scand*. 1989;60(3):330–333. doi: 10.3109/17453678909149288
55. Laasonen EM, Jokio P, Lindholm TS. Tibial torsion measured by computed tomography. *Acta Radiol Diagn (Stockh)*. 1984;25(4):325–329. doi: 10.1177/028418518402500413
56. Jend HH, Heller M, Dallek M, Schoettle H. Measurement of tibial torsion by computer tomography. *Acta Radiol Diagn (Stockh)*. 1981;22(3A):271–276. doi: 10.1177/028418518102203a10
57. Jakob RP, Haertel M, Stüssi E. Tibial torsion calculated by computerised tomography and compared to other methods of measurement. *J Bone Joint Surg Br*. 1980;62-B(2):238–242. doi: 10.1302/0301-620X.62B2.7364840
58. Brodtko GA. *Khirurgicheskoe lechenie vrozhdennoi ploskoval'gusnoi deformatsii stop u detei* [dissertation]. Moscow; 1990. (In Russ).
59. Konyukhov MP. *Khirurgicheskoe lechenie vrozhdennykh deformatsii stop u detei* [dissertation]. Moscow; 1989. (In Russ).
60. Krupko IL. *Rukovodstvo po travmatologii i ortopedii*. Vol. 2. Moscow; 1975. P. 148–149. (In Russ).
61. Campbell WC. *Campbell's operative orthopaedics*. Crenshaw AH, editor. Maryland Heights, Missouri: Mosby; 1987. P. 2647–2652.
62. Kuznechikhin EP, Trubin IV, Kuzin AS, et al. Congenital flat-valgus foot with vertical position of talus in children and its correction. *Vestnik travmatologii i ortopedii N.N. Priorova*. 2005;(1):65. (In Russ).
63. De Rosa GP, Ahlfeld SK. Congenital vertical talus: the Riley experience. *Foot Ankle*. 1984;5(3):118–124. doi: 10.1177/107110078400500304
64. Vlasov MV, Bogos'yan AB, Tenilin NA. Surgical correction of congenital planovalgus foot deformity in children. *Vestnik travmatologii i ortopedii N.N. Priorova*. 2011;(4):23–26. (In Russ).
65. Kopysova VA, Kaplun VA, Gorodilov VZ, et al. Reconstructive operations in static foot deformity. *Vestnik travmatologii i ortopedii N.N. Priorova*. 2010;(2):66–69. (In Russ).
66. Ponseti IV. Treatment of congenital club foot. *J Bone Joint Surg Am*. 1992;74(3):448–454.
67. Shulenina NM, Lukashevich TA. O ploskoval'gusnoi deformatsii stop u detei. *Ortopediya, travmatologiya i protezirovaniye*. 1978;(11):58–62. (In Russ).
68. Walker AP, Ghali NN, Silk FF. Congenital vertical talus. The results of staged operative reduction. *J Bone Joint Surg Br*. 1985;67(1):117. doi: 10.1302/0301-620X.67B1.3968130
69. Eberhardt O, Fernandez FF, Wirth T. The talar-axis-first metatarsal base angle in CVT treatment: a comparison of idiopathic and non-idiopathic cases treated with the Dobbs methods. *J Child Orthop*. 2012;6(6):491–496. doi: 10.1007/s11832-012-0449-4
70. Aslani H, Sadigi A, Tabrizi A, et al. Primary outcomes of the congenital vertical talus correction using the Dobbs method of serial casting and limited surgery. *J Child Orthop*. 2012;6(4):307–311. doi: 10.1007/s11832-012-0433-z
71. Wright J, Coggings D, Maizen C, Ramachandran M. Reverse Ponseti-type treatment for children with congenital vertical talus: comparison between idiopathic and teratological patients. *Bone Joint J*. 2014;96-B(2):274–278. doi: 10.1302/0301-620X.96B2.32992
72. Mirzoyeva II, Konyukhov MP. *Lechenie ploskoval'gusnoi deformatsii stop u detei*. Leningrad; 1980. P. 2–19. (In Russ).
73. Makarova MS. *Lechenie vrozhdennoi ploskoval'gusnoi deformatsii stop u detei*. Andrianov VA, editor. Leningrad; 1987. P. 44–48. (In Russ).

## ОБ АВТОРАХ

\*Илья Валерьевич Громов, канд. мед. наук,  
врач – травматолог-ортопед;  
адрес: Россия, 150042, Ярославль, Тутаевское шоссе, д. 27;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7696-7005>;  
eLibrary SPIN: 8456-5656; e-mail: gromich\_87@mail.ru.

### Екатерина Николаевна Соловьёва,

врач – травматолог-ортопед;  
e-mail: cat.fomenko@yandex.ru.

### Максим Александрович Вавилов, д-р мед. наук,

врач – травматолог-ортопед;  
ORCID: <https://orcid.org/000-0001-8781-3693>;  
e-mail: maxtravma@mail.ru.

## AUTHORS INFO

\*Ilya V. Gromov, Cand. Sci. (Med.), traumatologist-orthopedist;  
address: 27, Tutaevskoye highway, 150042, Yaroslavl, Russia;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7696-7005>;  
eLibrary SPIN: 8456-5656;  
e-mail: gromich\_87@mail.ru.

### Ekaterina N. Solovyova,

traumatologist-orthopedist;  
e-mail: cat.fomenko@yandex.ru.

### Maxim A. Vavilov, Dr. Sci. (Med.),

traumatologist-orthopedist;  
ORCID: <https://orcid.org/000-0001-8781-3693>;  
e-mail: maxtravma@mail.ru.

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author



**Валерий Федорович Бландинский**, д-р мед. наук,  
профессор, врач – травматолог-ортопед;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5644-6023>;  
e-mail: [gromich\\_87@mail.ru](mailto:gromich_87@mail.ru).

**Александр Григорьевич Соколов**, ординатор;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3706-9928>;  
eLibrary SPIN: 1164-1410; e-mail: [sokolovalex96@icloud.com](mailto:sokolovalex96@icloud.com).

**Valeriy F. Blandinsky**, Dr. Sci. (Med.), professor,  
traumatologist-orthopedist;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5644-6023>;  
e-mail: [gromich\\_87@mail.ru](mailto:gromich_87@mail.ru).

**Alexandr G. Sokolov**, resident;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3706-9928>;  
eLibrary SPIN: 1164-1410; e-mail: [sokolovalex96@icloud.com](mailto:sokolovalex96@icloud.com).

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto61239>

## Особенности реабилитации пациентов с ревматоидным артритом после эндопротезирования: обзор литературы

И.Ф. Ахтямов, В.И. Айдаров, Э.Р. Хасанов

Казанский государственный медицинский университет, Казань, Россия

### АННОТАЦИЯ

Ревматоидный артрит — социально значимая проблема, обусловленная высокой инвалидизацией и потерей трудоспособности, достигающей 90% среди болеющего населения. Детальное раскрытие социальной значимости нозологии показывает, что в первые 5 лет заболевания около половины пациентов получают инвалидность, в первые 10 лет — 2/3 больных. Длительное течение заболевания ведет к формированию деструкции в крупных опорных суставах. По ряду исследовательских оценок через 10 лет от начала заболевания порядка трети пациентов нуждается в радикальном оперативном корригирующем лечении, в число которого входит и заместительная артропластика крупных суставов нижних конечностей. Наличие полиартритного поражения симметричных и смежных суставов приводит к сложности построения программ восстановительного лечения. В статье представлены основные методы восстановительного лечения пациентов после эндопротезирования суставов нижних конечностей, оценена эффективность каждого метода в лечении пациентов с остеоартрозом крупных суставов на фоне ревматоидного артрита, предложен свой вариант лечебной физической активности в воде, преимущество которого заключается в снижении давления на смежные суставы, что позволяет концентрировать усилия на оперированной конечности. Ряд авторов также подчеркивает обезболивающий эффект физиотерапевтических методов. Таким образом, послеоперационное ведение пациентов с ревматоидным артритом является неотъемлемой частью лечения, которое усиливает эффективность хирургической коррекции. Среди физиопроцедур наиболее важным и доступным считается применение кинезиотерапии и аквагимнастики. Исходя из результатов обзора, иные методы лишь способствуют усилению основного лечебного эффекта.

**Ключевые слова:** ревматоидный артрит; эндопротезирование; реабилитация.

### Как цитировать:

Ахтямов И.Ф., Айдаров В.И., Хасанов Э.Р. Особенности реабилитации пациентов с ревматоидным артритом после эндопротезирования: обзор литературы // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2021. Т. 28, № 2. С. 77–87. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto61239>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto61239>

## Features of rehabilitation of patients with rheumatoid arthritis after arthroplasty (review)

Ildar F. Akhtiamov, Vladimir I. Aidarov, Eldar R. Khasanov

Kazan State Medical University, Kazan, Russia

### ABSTRACT

Rheumatoid arthritis is a social problem due to high disability, reaching 90% among the population. A detailed disclosure of the social significance of nosology shows that in the first 5 years of the disease, about half of the patients get a disability, in the first 10 years — 2/3 of the patients. The destruction of large joints is the result of a long course of the disease. Many studies say that after 10 years from the onset of the disease, a third of patients need arthroplasty of the large joints of the lower extremities. Polyarthritic joint damage leads to the difficulty of carrying out restorative treatment. The article the main methods of rehabilitation of patients after arthroplasty of the joints of the lower extremities, assessed the effectiveness of each method in the treatment of patients with osteoarthritis of large joints, and proposed their own version of therapeutic physical activity in water. The advantage of this method is to reduce pressure on other joints and to concentrate force on the operated limb. In addition, some authors talk about the analgesic effect of thermotherapy, ultrasound therapy and balneotherapy. Thus, the postoperative treatment of patients with rheumatoid arthritis is an important part of the overall treatment and enhances the effectiveness of surgical correction. The most important and accessible physiotherapy procedures are kinesiotherapy and aqua gymnastics. According to the results of the article, other methods only complement the main therapeutic effect.

**Keywords:** rheumatoid arthritis; arthroplasty; rehabilitation.

### To cite this article:

Akhtiamov IF, Aidarov VI, Khasanov ER. Features of rehabilitation of patients with rheumatoid arthritis after arthroplasty (review). *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2021;28(2):77–87. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto61239>

Received: 18.02.2021

Accepted: 27.04.2021

Published: 21.09.2021

## ВВЕДЕНИЕ

Ревматоидный артрит (РА) — системное воспалительное заболевание соединительной ткани, имеющее аутоиммунный патогенез. Первичное суставное поражение направлено на синовиальную оболочку, однако прогрессирование патологии ведет к деструкции хрящевой и костной тканей. В патоморфологическом исследовании обнаруживаются качественные и количественные изменения синовиальных и плазматических клеток, приводящие к образованию очагов некроза [1]. Продукты деструкции хряща, образующиеся под влиянием протеолитических ферментов, обладают антигенными свойствами, что способствует персистенции аутоиммунного воспаления [1]. В исходе патогенетического процесса синовиальные ткани уплотняются, склерозируются, а хрящевые разрушаются, что приводит к деформации сустава [1, 2].

Характерный клинический признак аутоиммунного синовиального воспаления — утренняя скованность в суставах, ее длительность обычно коррелирует с интенсивностью патологического процесса и составляет в среднем около 1 ч. Боль и скованность наиболее интенсивны в утренние часы и постепенно стихают к вечеру.

По сравнению с иными ревматическими заболеваниями данная нозология широко распространена во всем мире, и по разным статистическим данным, РА страдают от 0,6 до 2,5% всего населения [3–5]. По официальной статистике в Российской Федерации зарегистрировано около 300 тыс. пациентов (0,2%), страдающих РА [6]. Однако согласно эпидемиологическим исследованиям 2018 г. истинная распространенность РА превысила официальные показатели в 2,5 раза, а распространенность остеоартроза была выше в 5 раз [7].

Ревматоидный артрит — социально значимая проблема, обусловленная высокой инвалидизацией и потерей трудоспособности среди болеющего населения. Известно, что поздняя диагностика РА ведет к потере трудоспособности 90% пациентов и к инвалидизации — 30–35% [7]. Детальное раскрытие показывает, что в первые 5 лет заболевания около половины пациентов получают инвалидность, в первые 10 лет — 2/3 больных. Всего 5–6% пациентов имеют благоприятный прогноз и стойкую ремиссию [4]. Средний возраст заболеваемости приходится на 40–55 лет, совпадая с самым активным периодом трудовой деятельности [4]. Женщины чаще мужчин подвержены данной патологии, однако они реже задействованы в тяжелых видах трудовой деятельности, что позволяет им дольше сохранять трудоспособность. Из ряда отечественных исследований известно, что женщины прекращают трудовую деятельность на 4–5 лет раньше наступления пенсионного возраста, в то время как мужчины раньше на 9–10 лет [6, 7]. Для государства помимо потери трудоспособности и раннего выхода на пенсию социальная значимость патологии выражена в финансировании

амбулаторного, стационарного, в том числе высокоспециализированного оперативного лечения. Пациенты с РА чаще других обращаются к врачу, чаще нуждаются в госпитализации, в дорогостоящих диагностических и лечебных услугах [8, 9].

Несмотря на то что для РА характерно поражение чаще мелких суставов, в поздних стадиях и быстро текущих вариантах заболевания на первый план выступает остеоартроз коленных и тазобедренных суставов [9–11]. По оценкам исследователей через 10 лет от начала заболевания порядка 30–35% пациентов нуждаются в радикальном оперативном корригирующем лечении, в число которых входит и заместительная артропластика крупных суставов нижних конечностей [11]. Методика эндопротезирования для пациентов с грубыми деструктивными деформациями является необходимым вмешательством, влияющим на качество жизни пациента. Однако вопрос комплексной послеоперационной реабилитационной программы для пациентов с РА остается актуальным. На данный момент нет реабилитационных программ, посвященных послеоперационному восстановлению пациентов с РА, учитывающих особенности патологии и оперативного вмешательства.

Целью обзора было проведение анализа литературных источников, посвященных основным методам реабилитации после эндопротезирования у пациентов с РА.

## МЕТОДЫ РЕАБИЛИТАЦИИ ПОСЛЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ

Авторами проведена оценка различных источников, связанных с изучаемой тематикой.

Ход операционной техники, как правило, одинаков в большинстве клиник. При эндопротезировании тазобедренного сустава традиционно выполняют заднебоковой или латеральный (Хардинга) доступ, при эндопротезировании коленного — передний продольный. Хирургический выбор данных доступов связан с наименьшей травматизацией мышц, крупных сосудов и нервов [12].

Вопрос травматизации мягких тканей наиболее актуален у пациентов с ревматоидным артритом, поскольку в первую очередь системная патология распространяется на соединительные ткани и капсулы суставов. В связи с этим такие хирургические манипуляции, как синоэктомию актуальны, но согласно ряду исследований, имеют высокие риски рецидивов и прогрессирования РА вне зависимости от артроскопического или открытого способа проведения операции [13, 14]. Около 42% ортопедов во всем мире при эндопротезировании тазобедренного сустава предпочитают латеральный хирургический доступ (Хардинга), однако при данном доступе в 12% случаев имеется риск жирового перерождения передней порции средней ягодичной мышцы [15]. Иные малоинвазивные доступы (передний прямой



и переднелатеральный доступ Роттингера) имеют ряд преимуществ в сравнении с традиционными. Они обеспечивают меньшую интраоперационную кровопотерю, более короткий срок реабилитации при менее выраженном болевом синдроме, а также меньший риск развития хромоты за счет лучшей сохранности средней ягодичной мышцы, однако также обеспечивают недостаточный объем визуализации анатомических структур, что актуально при грубых дегенеративных изменениях суставных поверхностей, характерных для РА [16, 17]. Таким образом, вопрос хирургического доступа актуален при лечении пациентов с РА и напрямую влияет на дальнейшее реабилитационное лечение.

Для оценки эффективности тех или иных реабилитационных мероприятий важно понятие этапности. Согласно приказу Министерства здравоохранения РФ № 788 от 31.07.2020 реабилитационные мероприятия должны осуществляться на трех этапах: 1-й — в специализированном хирургическом отделении, 2-й — в специализированном реабилитационном отделении, 3-й — в амбулаторном реабилитационном отделении или отделении дневного стационара. Также важно понимать, что существует разделение реабилитационного лечения согласно временным характеристикам на предоперационный (5–7 дней до операции), ранний послеоперационный (первая неделя после операции) и поздний послеоперационный (более одной недели после операции) периоды [18–20].

В реабилитационном ведении пациентов с РА важным элементом считается психологическая поддержка и лечебная гимнастика, состоящая из умеренно интенсивных упражнений [21, 22]. Доказано, что сокращение мышц у пациентов с РА вызывает секрецию миокинов, которые обладают противовоспалительным действием [23]. Одна из целей лечебной гимнастики — это профилактика риска развития сердечно-сосудистых заболеваний и осложнений основной патологии [22]. В связи с выраженностью болевого синдрома у пациентов с РА важно производить постепенное увеличение интенсивности физических нагрузок в лечебной гимнастике.

В период предоперационной подготовки происходит оценка состояния сердечно-сосудистой, дыхательной и мочевыделительной систем, пациенты обучаются пользованию ходунками или костылями [18, 19]. При наличии нарушений со стороны вышеописанных систем пациентам назначается консультация профильных специалистов и терапия до компенсации состояния. С пациентами, кому артропластика назначена с целью коррекции переломов в области коленного и тазобедренного суставов, с целью поддержания мышечного тонуса, трофики тканей и дренажной функции проводится комплекс физических упражнений, направленный на активизацию в кровати. Для осуществления реабилитационных мероприятий у пациентов после эндопротезирования реабилитационное отделение, согласно приказу № 788

от 31.07.2020, должно быть оснащено больничной кроваткой с электроприводом, стандартными ходунками, кабинетом физиотерапии с системами электромагнитной стимуляции тканей, аппаратом многоканальной электро-стимуляции, кабинетом механотерапии с тренажером для пассивной и активной разработки тазобедренного и коленного суставов, малым и большим тренажерными залами с устройствами для тренировки координации, велоэргометрами, тренажерами, имитирующими подъем и спуск по лестнице.

Ранний послеоперационный период включает лечебную гимнастику, направленную на укрепление мышц бедра, ягодичных мышц и мышц спины [20, 24, 25]. Важно активизировать пациента в постели в ранние сроки. Работа специалиста по лечебной физкультуре с пациентом начинается в первые сутки после операции. Пациента обучают тому, как необходимо садиться и поворачиваться на бок в кровати. Помимо этого пациенту выдается на руки программа упражнений, включающая сгибание и разгибание в голеностопном суставе, напряжение ягодичных мышц и мышц бедра, дыхательную гимнастику. Пациенты выполняют эти упражнения по 10 раз 2–3 раза в день. Ко второй половине дня пациента поднимают на ноги с использованием ходунков. Пациентов обучают ходьбе, переставляя вперед сначала костыли/ходунки, затем оперированную конечность, после — здоровую [20], как правильно садиться и использовать ортопедическую подушку (при эндопротезировании тазобедренного сустава). В первые сутки пациентам разрешается ходить по 5–10 мин по необходимости.

Комплекс упражнений после первой недели остается прежним с добавлением упражнений стоя (махи ногами, сгибание-разгибание в тазобедренном суставе, полуприседания у стула). Пациент также использует ортопедическую подушку в постели и сидя — при эндопротезировании тазобедренного сустава. В целях профилактики вывиха эндопротеза пациенту запрещаются глубокие приседания (угол сгибания в тазобедренном суставе не более 90°) и внутренние ротации. Цель этого периода — восстановление тонуса мышц, амплитуды движений в суставе, постепенный переход к полной опоре на оперированную конечность, нормализация походки.

На сроке 3 мес после операции пациенту необходимо сделать рентгенологический снимок оперированной области и посетить оперирующего хирурга для оценки отдаленных результатов оперативного вмешательства и послеоперационной реабилитации. При стабильной положительной динамике пациент с костылей переходит на использование трости до конца реабилитационного периода.

После 3 мес пациент выполняет лечебную гимнастику с целью закрепления двигательных навыков с выполнением обязательных регулярных упражнений в течение всей жизни. Он нацелен на поддержание тонуса мышц и движений на восстановленном суставе. Данный комплекс также включает различные изокинетические,

статические упражнения на нижние конечности [20]. Лечебная физкультура в продолженном варианте развития при ежедневном выполнении в домашних условиях лишь улучшает качество жизни пациента и ускоряет процесс его восстановления, что доказано рядом авторов [26, 27].

Все вышеназванные техники лечебной гимнастики активно применяются на практике как у пациентов с инволютивным остеоартрозом, так и при РА. Однако следует учитывать особенность ведения пациентов с РА, связанную с наличием болевого синдрома и полиартритным поражением смежных и симметричных суставов нижних конечностей, что утяжеляет процесс лечебной гимнастики. В виду этого авторы предлагают использование в реабилитационной тактике собственного метода восстановления, являющегося более безопасным и эффективным в сравнении со стандартным комплексом занятий. Данным методом является авторский способ аквагимнастики [28].

Данный аквагимнастический комплекс заключается в использовании особого авторского метода плавания. Положение оси тела пловца в момент плавания строго перпендикулярно поверхности воды. Положение продольной оси тела относительно направления движения при данном типе плавания варьирует от 80 до 90°. Пловец совершает ротационное движение в плечевом суставе с одновременным разгибанием в локтевом и пронацией в лучезапястном суставах, выбрасывая одну руку вперед. Тем временем другая рука согнута в локте и подана кзади. В момент выброса ведущей руки нога на противоположной стороне согнута в тазобедренном и коленном суставах не более 90°. Затем пловец совершает гребковое движение по криволинейной траектории рукой под себя с одновременным толчковым движением противоположной ноги. Положение продольной оси кисти в момент выброса должно варьировать от 0 до 20°. В момент совершения гребка пловец постепенно выбрасывает противоположную руку и сгибает противоположную ногу, повторяя действие. Особенностью данного стиля является то, что гребковые движения происходят в толще воды, создавая дополнительную нагрузку на верхние и нижние конечности пловца.

Дыхание пловца в момент плавания должно быть ровным и спокойным. Рекомендовано делать вдох в момент выброса ведущей руки, выдох совершать в момент гребка и повторения движения противоположной рукой. Повторный вдох при повторном выбросе ведущей руки. Следует соблюдать дозированность вдоха и выдоха в соотношении 1 : 1,5–2.

Занятия в воде рекомендуются в позднем послеоперационном периоде. Пациенты уделяют занятиям по 20–30 мин, занимаясь 3 раза в неделю.

Среди достоинств данного стиля необходимо отметить: удобство использования; доступность и безопасность для лиц пожилого возраста по сравнению с бегом

и скандинавской ходьбой; возможность применения в малых водных бассейнах; актуальность у лиц, страдающих остеопорозом, поскольку подобные регулярные водные процедуры способствуют увеличению костной плотности и являются профилактикой травматизма; использование в реабилитации лиц с травмами верхних и нижних конечностей, для разработки контрактур, с целью снятия болевого синдрома, а также для скорейшей репарации костных и капсульно-связочных структур; метод способствует активации мотонейронов, экстеро- и проприорецепторов. Данный метод также снижает нагрузку на другие не оперированные суставы нижних конечностей, что позволяет снизить болевой синдром у пациента и концентрировать усилия на оперированной ноге.

Существуют исследования, доказывающие эффективность лечебной физкультуры при различных травмах костей тела [29, 30], но также стоит отметить наличие исследований, показывающих эффективность гидротерапии в сравнении с наземными вариантами активности у пациентов с РА [31–33].

## МЕДИКАМЕНТОЗНАЯ ТЕРАПИЯ

В ряде актуальных источников подчеркивается положительная динамика ведения пациентов при монотерапии базисными противовоспалительными препаратами (метотрексат, лефлуномид и сульфасалазин) [34–36]. Авторитетное мнение директора Научно-исследовательского института ревматологии (Москва) академика РАН, д-ра мед. наук, профессора Е.Л. Насонова показывает важность начала ранней терапии в первые 3 мес после установки диагноза [35–37]. Автор подчеркивает эффективность приема метотрексата в эффективной дозе (<20 мг/нед.), которую в свою очередь можно усилить сбалансированным приемом глюкокортикостероидов (<7,5 мг/сут). Данное комплексное лечение, согласно анализу, позволяет улучшить прогноз у ряда пациентов.

В свою очередь стоит отметить, что длительный прием высоких доз глюкокортикостероидов способен вызывать саркопению, инфицирование послеоперационных ран и повышенный риск тромбоза вен нижних конечностей [36–39].

Один из ключевых аспектов послеоперационного ведения — анальгезирующая терапия. Варианты анальгезии в различных клиниках включают большой спектр препаратов, начиная от нестероидных противовоспалительных, заканчивая опиоидными средствами [40–43]. Как правило, в первые сутки после операции пациент испытывает наиболее интенсивные боли, купирование которых производится наркотическими препаратами. Однако в последующем доказано, что сама замена пораженного сустава снижает болевой синдром пациента, и уже ко второму реабилитационному периоду пациенты

испытывают слабоинтенсивные боли или не испытывают их совсем [44].

Эффективность методов физиотерапии при лечении пациентов с РА переменна при рассмотрении каждого метода. Ряд авторов в своем исследовании показали, что ранняя интенсивная послеоперационная физиотерапия способствует репарации тканей, позволяет избежать амиотрофии и дистрофии, а также улучшает качество жизни пациента [45]. Ниже показана эффективность каждого метода отдельно.

Известно, что массаж улучшает трофику в тканях, способствует повышению возбудимости, сократимости и эластичности нервно-мышечного аппарата. Эффективность массажа как одного из элементов лечения системных патологий суставов отражена в клинических исследованиях [46–48]. Однако авторы акцентируют внимание на том, что данный метод лишь дополняет физиотерапевтические процедуры.

Для профилактики раневых инфекций рекомендуется использование ультрафиолетового излучения (УФО) на область раны в раннем послеоперационном периоде. Помимо асептического влияния применение УФО рекомендуется с противовоспалительной, противоотечной и анальгезирующей целями. Эффективность метода УФО давно доказана и подчеркивается во множестве исследований [49, 50]. Средний курс составляет около 5 дней [51].

В качестве термотерапии в литературе описано исследование С.Н. Wong и соавт. [52], показывающее эффективность инфракрасного излучения для обезболивания пациентов после ревматоидного артрита.

Помимо теплотечения эффективность криотерапии как метода снижения болевого синдрома и активности заболевания показаны в ряде исследований [53–55]. Эффект воздействия различных температур связан со снижением активности окислительных процессов внутри сустава, что замедляет аутоиммунный процесс [56]. Применение магнитотерапии — это также один из основных методов лечения пациентов после эндопротезирования. Эффективность импульсного воздействия магнитного поля заключается в противовоспалительном и противоотечном действиях, а также в улучшении трофики тканей и реологических свойств крови [51, 57–60].

Электрическую стимуляцию применяют стандартно для улучшения тонуса мышц после эндопротезирования [61–63]. Однако в ряде исследований подчеркивается обезболивающий эффект чрескожной электрической стимуляции [61, 63]. Авторы исследований сообщают об уменьшении использования фармакологических средств в группах с применением электростимуляции.

Низкие результаты получены при использовании акупунктуры в качестве лечения у пациентов с болевым синдромом при РА [64–66].

На фоне интенсивного болевого синдрома, скованности движений и системности патологии большинство

пациентов с РА имеют психоэмоциональную нестабильность, выраженную в депрессивных состояниях, склонности к драматизации. В связи с этим важным аспектом в ведении данной группы пациентов является психотерапия, направленная на поддержку пациента и создание идеи разрешимости клинической ситуации посредством оперативного и консервативного лечения [67–70].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование методов фармакотерапии и лечебной гимнастики вместе с методами физиотерапии является эффективным комплексом, дополняющим оперативную коррекцию суставов нижних конечностей. Соблюдение сбалансированной фармакотерапии (использование базисных противовоспалительных препаратов в монотерапии или совместно с глюкокортикоидными в умеренной дозировке) как основы периоперационного ведения пациента направлено на уменьшение активности патологического процесса. Дополнение медикаментозной терапии физиотерапевтическими методами значительно улучшает и поддерживает качество жизни пациентов в течение длительного времени. Один из ключевых методов реабилитации — это лечебная гимнастика, однако в виду полиатритного поражения суставов ее применение затруднительно у пациентов с ревматоидным артритом. В связи с этим альтернативой традиционным упражнениям лечебной гимнастики после эндопротезирования можно считать аквагимнастику, в частности представленный авторский метод, который требует дальнейшего изучения эффективности.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ / ADDITIONAL INFO

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

**Author contribution.** Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

**Источник финансирования.** Не указан.

**Funding source.** Not specified.

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

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

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Насонов Е.Л., Мазуров В.И., Каратеев Д.Е., и др. Проект рекомендаций по лечению ревматоидного артрита Общероссийской общественной организации «Ассоциация ревматологов России» – 2014 (часть 1) // Научно-практическая ревматология. 2016. Т. 52. С. 477–494.
2. Мазурова В.И. Клиническая ревматология: руководство для практических врачей. Санкт-Петербург : Фолиант, 2001.
3. Who.int [Internet]. World Health Statistics 2020: Annex 2. 2020. Available from: [https://www.who.int/gho/publications/world\\_health\\_statistics/2020/EN\\_WHS\\_2020\\_Annex2.pdf?ua=1](https://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/2020/EN_WHS_2020_Annex2.pdf?ua=1) Accessed: Jun 15, 2021.
4. Зинчук И.Ю., Амирджанова В.Н. Социальное бремя ревматоидного артрита // Научно-практическая ревматология. 2014. Т. 52, № 3. С. 331–335. doi: 10.14412/1995-4484-2014-331-335
5. Smolen J.S., Aletaha D., McInnes I.B. Rheumatoid arthritis // *Lancet*. 2016. Vol. 388, N 10055. P. 2023–2038. doi: 10.1016/S140-6736(16)30173-7
6. Насонов Е.Л., Каратеев Д.Е., Балабанова Р.М. Ревматоидный артрит. В кн.: Ревматология. Национальное руководство. Под ред. Е.Л. Насонова, В.А. Насоновой. Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2008.
7. Галушко Е.А., Насонов Е.Л. Распространенность ревматических заболеваний в России // Альманах клинической медицины. 2018. Т. 46, № 1. С. 32–39. doi: 10.18786/2072-0505-2018-46-1-32-39
8. Da Silva E., Doran M.F., Crowson C.S., et al. Declining use of orthopedic surgery in patients with rheumatoid arthritis? Results of a long-term, population-based assessment // *Arthritis Rheum*. 2003. Vol. 49, N 2. P. 216–220. doi: 10.1002/art.10998
9. Girard F., Guillemin F., Novella J.L., et al. Health-care use by rheumatoid arthritis patients compared with non-arthritic subjects // *Rheumatology*. 2002. Vol. 41, N 2. P. 167–175. doi: 10.1093/rheumatology/41.2.167
10. Савенкова Н.А., Амирджанова В.Н., Макаров С.А., и др. Улучшает ли эндопротезирование крупных суставов качество жизни больных ревматоидным артритом? // Научно-практическая ревматология. 2011. Т. 49, № 1. С. 69–74. doi: 10.14412/1995-4484-2011-871
11. Ахтямов И.Ф., Лапшина С.А., Гимадеева А.М., и др. Клинико-функциональная эффективность радикальных вмешательств у пациентов с высокой активностью ревматоидного артрита // Медицинский вестник Северного Кавказа. 2016. Т. 11, № 3. С. 440–443. doi: 10.14300/mnnc.2016.11099
12. Неверов В.А., Кирьянова В.В., Курбанов С.Х., и др. Проблемы индивидуального эндопротезирования и индивидуальной реабилитации в реконструктивной ортопедии // Вестник Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова. 2010. Т. 2, № 2. С. 30–34.
13. Chalmers P.N., Sherman S.L., Raphael B.S., et al. Rheumatoid synovectomy: does the surgical approach matter? // *Clin Orthop Relat Res*. 2011. Vol. 469, N 7. P. 2062–2071. doi: 10.1007/s11999-010-1744-3
14. Carl H.D., Swoboda B. Effectiveness of arthroscopic synovectomy in rheumatoid arthritis // *Z Rheumatol*. 2008. Vol. 67, N 6. P. 485–490. (In German). doi: 10.1007/s00393-008-0314-5
15. Chechik O., Khashan M., Lador R., et al. Surgical approach and prosthesis fixation in hip arthroplasty world wide // *Arch Orthop Trauma Surg*. 2013. Vol. 133, N 11. P. 1595–1600. doi: 10.1007/s00402-013-1828-0
16. Bergin P.F., Doppelt D., Kephart C.J., et al. Comparison of minimally invasive direct anterior versus posterior total hip arthroplasty based on inflammation and muscle damage markers // *J Bone Joint Surg Am*. 2011. Vol. 93, N 15. P. 1392–1398. doi: 10.2106/JBJS.J.00557
17. Matziolis D., Wassilew G., Strube P. Differences in muscle trauma quantifiable in the laboratory between the minimally invasive anterolateral and transgluteal approach // *Arch Orthop Trauma Surg*. 2011. Vol. 131, N 5. P. 651–655. doi: 10.1007/s00402-010-1190-4
18. Скороглядов А.В., Бут-Гусаим А.Б., Сиротин И.В. Реабилитация больных после операций тотального эндопротезирования тазобедренного сустава // Вестник Российского государственного медицинского университета. 2008. № 6. С. 24–26.
19. Wang L., Lee M., Zhang Z., et al. Does preoperative rehabilitation for patients planning to undergo joint replacement surgery improve outcomes? A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials // *BMJ Open*. 2016. Vol. 6, N 2. P. e009857. doi: 10.1136/bmjopen-2015-009857
20. Буйлова Т.В., Цыкунов М.Б., Карева О.В., Кочетова Н.В. Федеральные клинические рекомендации. Реабилитация при эндопротезировании тазобедренного сустава в специализированном отделении стационара. Москва, 2014.
21. Lange E., Gjertsson I., Mannerkorpi K. Long-time follow up of physical activity level among older adults with rheumatoid arthritis. *Eur Rev Aging Phys Act*. 2020. Vol. 17. P. 10. doi: 10.1186/s11556-020-00242-w
22. Brodin N., Swärdh E. People with rheumatoid arthritis should be encouraged to engage in physical activity // *Lakartidningen*. 2015. Vol. 112. P. DP7X. (In Swed.)
23. Benatti F.B., Pedersen B.K. Exercise as an anti-inflammatory therapy for rheumatic diseases—myokine regulation // *Nat Rev Rheumatol*. 2015. Vol. 11, N 3. P. 86–97. doi: 10.1038/nrrheum.2014.193
24. Nguyen C., Lefèvre-Colau M.M., Poiradeau S., et al. Rehabilitation (exercise and strength training) and osteoarthritis: a critical narrative review // *Ann Phys Rehabil Med*. 2016. Vol. 59, N 3. P. 190–195. doi: 10.1016/j.rehab.2016.02.010
25. Goh S.L., Persson M.S.M., Stocks J., et al. Relative efficacy of different exercises for pain, function, performance and quality of life in knee and hip osteoarthritis: systematic review and network meta-analysis // *Sports Med*. 2019. Vol. 49, N 5. P. 743–761. doi: 10.1007/s40279-019-01082-0
26. Radulovic T.N., Lazovic M, Jandric S., et al. The effects of continued rehabilitation after primary knee replacement // *Med Arch*. 2016. Vol. 70, N 2. P. 131–134. doi: 10.5455/medarh.2016.70.131-134
27. Wu D., Zhu X., Zhang S. Effect of home-based rehabilitation for hip fracture: a meta-analysis of randomized controlled trials // *J Rehabil Med*. 2018. Vol. 50, N 6. P. 481–486. doi: 10.2340/16501977-2328
28. Патент РФ на изобретение № № 2733686/ 2020. Айдаров В.И., Хасанов Э.Р., Панков И.О. и др. Гидрокинезиологический способ восстановления функций опорно-двигательного аппарата человека. Режим доступа: [https://yandex.ru/patents/doc/RU2733686C1\\_20201006](https://yandex.ru/patents/doc/RU2733686C1_20201006). Дата обращения: 12.02.2021
29. Евстигнеева Е.В., Кожемякина Е.В. Рандомизированное контролируемое исследование эффективности физических упражнений у пациентов с остеопоротическими переломами позвоночника // *Остеопороз и остеопатии*. 2016. № 2. С. 86–87.



30. Прудникова О.Г., Тертышная М.С., Насыров М.З., Нестерова И.Н. Система ранней функциональной психомоторной реабилитации больных после оперативных вмешательств на позвоночнике // Вестник восстановительной медицины. 2017. № 4. С. 33–39.
31. Eversden L., Maggs F., Nightingale P. A pragmatic randomised controlled trial of hydrotherapy and land exercises on overall well being and quality of life in rheumatoid arthritis // *BMC Musculoskel Disord*. 2007. Vol. 8. P. 23. doi: 10.1186/1471-2474-8-23
32. Bartels E.M., Lund H., Danneskiold-Samsøe B. Pool exercise therapy of rheumatoid arthritis // *Ugeskr Laeger*. 2001. Vol. 163, N 40. P. 5507–5513. (In Danish).
33. Lyp, M., Kaczor, R., Cabak, A., et al. A water rehabilitation program in patients with hip osteoarthritis before and after total hip replacement // *Med Sci Monit*. 2016. Vol. 22. P. 2635–2642. doi: 10.12659/msm.896203
34. Насонов Е.Л. Фармакотерапия ревматоидного артрита: российские и международные рекомендации // Научно-практическая ревматология. 2016. Т. 54. № 5. С. 557–571. doi: 10.14412/1995-4484-2016-557-571
35. Насонов Е.Л. Метотрексат при ревматоидном артрите – 2015: новые факты и идеи // Научно-практическая ревматология. 2015. Т. 53. № 4. С. 421–433. doi: 10.14412/1995-4484-2015-421-433
36. Ахтямов И.Ф., Лапшина С.А., Гильмутдинов И.Ш., и др. Влияние терапии ревматоидного артрита на результаты артропластики крупных суставов (предварительное сообщение) // Травматология и ортопедия России. 2015. № 1. С. 51–57. doi: 10.21823/2311-2905-2015-0-1-52-59
37. Franco A.S., Luamoto L.R., Pereira R.M. Perioperative management of drugs commonly used in patients with rheumatic diseases: a review // *Clinics*. 2017. Vol. 72, N 6. P. 386–390. doi: 10.6061/clinics/2017/06/09
38. Doi K., Ito H., Tomizawa T., et al. Oral steroid decreases the progression of joint destruction of large joints in the lower extremities in rheumatoid arthritis // *Medicine (Baltimore)*. 2019. Vol. 98, N 47. P. e17968. doi: 10.1097/MD.00000000000017968
39. Yamada Y., Tada M., Mandai K., et al. Glucocorticoid use is an independent risk factor for developing sarcopenia in patients with rheumatoid arthritis: from the CHIKARA study // *Clin Rheumatol*. 2020. Vol. 39, N 6. P. 1757–1764. doi: 10.1007/s10067-020-04929-4
40. Noori S.A., Aiyer R., Yu J., et al. Nonopioid versus opioid agents for chronic neuropathic pain, rheumatoid arthritis pain, cancer pain and low back pain // *Pain Manag*. 2019. Vol. 9, N 2. P. 205–216. doi: 10.2217/pmt-2018-0052
41. Шубняков И.И. Оценка методов терапии послеоперационной боли при первичном эндопротезировании тазобедренного сустава: результаты проекта «КВЕСТ» // Травматология и ортопедия России. 2018. Т. 24, № 1. С. 80–87.
42. Gaffney C.J., Pelt C.E., Gililand J.M., et al. Perioperative pain management in hip and knee arthroplasty // *Orthop Clin North Am*. 2017. Vol. 48, N 4. P. 407–419. doi: 10.1016/j.joc.2017.05.001
43. De Rogatis M. Non-operative treatment options for knee osteoarthritis // *Ann Transl Med*. 2019. Vol. 7, N 7. P. 245. doi: 10.21037/atm.2019.06.68
44. Walsh D.A., McWilliams D.F. Pain in rheumatoid arthritis // *Curr Pain Headache Rep*. 2012. Vol. 16, N 6. P. 509–517. doi: 10.1007/s11916-012-0303-x
45. Nakano H., Houraiya K., Tanimura H., et al. Rehabilitation therapy according to the disease condition and functional status of the patients with rheumatoid arthritis // *Nihon Rinsho*. 2013. Vol. 71, N 7. P. 1281–1286. (In Japan.)
46. Ali A., Rosenberger L., Weiss T.R., et al. Massage therapy and quality of life in osteoarthritis of the knee: a qualitative study // *Pain Med*. 2017. Vol. 18, N 6. P. 1168–1175. doi: 10.1093/pm/pnw217
47. Nelson N.L., Churilla J.R. Massage therapy for pain and function in patients with arthritis: a systematic review of randomized controlled trials // *Am J Phys Med Rehabil*. 2017. Vol. 96, N 9. P. 665–672. doi: 10.1097/PHM.0000000000000712
48. GokMetin Z., Ozdemir L. The effects of aromatherapy massage and reflexology on pain and fatigue in patients with rheumatoid arthritis: a randomized controlled trial // *Pain Manag Nurs*. 2016. Vol. 17, N 2. P. 140–149. doi: 10.1016/j.pmn.2016.01.004
49. Anis H.K., Curtis G.L., Klika A.K., et al. In-room ultraviolet air filtration units reduce airborne particles during total joint arthroplasty // *J Orthop Res*. 2020. Vol. 38, N 2. P. 431–437. doi: 10.1002/jor.24453
50. Illingworth K.D., Mihalko W.M., Parvizi J., et al. How to minimize infection and thereby maximize patient outcomes in total joint arthroplasty: a multicenter approach: AAOS exhibit selection // *J Bone Joint Surg Am*. 2013. Vol. 95, N 8. P. e50. doi: 10.2106/JBJS.L.00596
51. Никитина М.Г., Ухтерова Н.Д., Пестрова И.Г. Значение физиотерапии в комплексной реабилитации пациентов после эндопротезирования суставов // Здравоохранение Чувашии. 2014. № 1. С. 34–39.
52. Wong C.H., Lin L.C., Lee H.H., et al. The analgesic effect of thermal therapy after total knee arthroplasty // *J Altern Complement Med*. 2012. Vol. 18, N 2. P. 175–179. doi: 10.1089/acm.2010.0815
53. Peres D., Sagawa Y. Jr., Dugué B., et al. The practice of physical activity and cryotherapy in rheumatoid arthritis: systematic review // *Eur J Phys Rehabil Med*. 2017. Vol. 53, N 5. P. 775–787. doi: 10.23736/S1973-9087.16.04534-2
54. Książopolska-Orłowska K., Pacholec A., Jędryka-Góral A., et al. Complex rehabilitation and the clinical condition of working rheumatoid arthritis patients: does cryotherapy always overtop traditional rehabilitation? // *Disabil Rehabil*. 2016. Vol. 38, N 11. P. 1034–1040. doi: 10.3109/09638288.2015.1060265
55. Guillot X., Tordi N., Mourou L., et al. Cryotherapy in inflammatory rheumatic diseases: a systematic review // *Expert Rev Clin Immunol*. 2014. Vol. 10, N 2. P. 281–294. doi: 10.1586/1744666X.2014.870036
56. Hirvonen H., Kautiainen H., Moilanen E., et al. The effect of cryotherapy on total antioxidative capacity in patients with active seropositive rheumatoid arthritis // *Rheumatol Int*. 2017. Vol. 37, N 9. P. 1481–1487. doi: 10.1007/s00296-017-3771-9
57. Peter W.F., Nelissen R.G., Vlieland T.P. Guideline recommendations for post-acute postoperative physiotherapy in total hip and knee arthroplasty: are they used in daily clinical practice? // *Musculoskel-et al Care*. 2014. Vol. 12, N 3. P. 125–131. doi: 10.1002/msc.1067
58. Henderson K.G., Wallis J.A., Snowdon D.A. Active physiotherapy interventions following total knee arthroplasty in the hospital and inpatient rehabilitation settings: a systematic review and meta-analysis // *Physiotherapy*. 2018. Vol. 104, N 1. P. 25–35. doi: 10.1016/j.physio.2017.01.002
59. Rutherford R.W., Jennings J.M., Dennis D.A. Enhancing recovery after total knee arthroplasty // *Orthop Clin North Am*. 2017. Vol. 48, N 4. P. 391–400. doi: 10.1016/j.joc.2017.05.002
60. Jäppinen A.M., Hämäläinen H., Kettunen T., et al. Postoperative patient education in physiotherapy after hip arthroplasty: patients'

perspective // *Musculoskeletal Care*. 2017. Vol. 15, N 2. P. 150–157. doi: 10.1002/msc.1153

61. Zhu Y., Feng Y., Peng L. Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation for pain control after total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis // *J Rehabil Med*. 2017. Vol. 49, N 9. P. 700–704. doi: 10.2340/16501977-2273

62. Meier W., Mizner R.L., Marcus R.L., et al. Total knee arthroplasty: muscle impairments, functional limitations, and recommended rehabilitation approaches // *J Orthop Sports Phys Ther*. 2008. Vol. 38, N 5. P. 246–256. doi: 10.2519/jospt.2008.2715

63. Chughtai M., Elmallah R.D., Mistry J.B., et al. Nonpharmacologic pain management and muscle strengthening following total knee arthroplasty // *J Knee Surg*. 2016. Vol. 29, N 3. P. 194–200. doi: 10.1055/s-0035-1569147

64. Casimiro L., Brosseau L., Milne S., et al. Acupuncture and electroacupuncture for the treatment of RA // *Cochrane Database Syst Rev*. 2002. N 3. P. CD003788. doi: 10.1002/14651858.CD003788

65. Ramos A., Domínguez J., Gutiérrez S. Acupuncture for rheumatoid arthritis // *Medwave*. 2018. Vol. 18, N 6. P. e7284.

66. doi: 10.5867/medwave.2018.06.7283

67. Chou P.C., Chu H.Y. Clinical efficacy of acupuncture on rheumatoid arthritis and associated mechanisms: a systemic review // *Evid Based Complement Alternat Med*. 2018. Vol. 2018. P. 8596918. doi: 10.1155/2018/8596918

68. Prothero L., Barley E., Galloway J., et al. The evidence base for psychological interventions for rheumatoid arthritis: a systematic review of reviews // *Int J Nurs Stud*. 2018. Vol. 82. P. 20–29. doi: 10.1016/j.ijnurstu.2018.03.008

69. Кукшина А.А., Вереагина Д.А., Котельникова А.В., и др. Особенности психоэмоционального состояния и психотерапия в реабилитации больных ревматоидным артритом // *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2017. Т. 94, № 3. С. 54–61. doi: 10.17116/kurort201794354-61

70. Siegel P., Tencza M., Apodaca B., et al. Effectiveness of occupational therapy interventions for adults with rheumatoid arthritis: a systematic review // *Am J Occup Ther*. 2017. Vol. 71, N 1. P. 7101180050p1-7101180050p11. doi: 10.5014/ajot.2017.023176

71. Cramp F. The role of non-pharmacological interventions in the management of rheumatoid-arthritis-related fatigue // *Rheumatology (Oxford)*. 2019. Vol. 58, Suppl 5. P. 22–28. doi: 10.1093/rheumatology/kez310

## REFERENCES

1. Nasonov EL, Mazurov VI, Karateev DE, et al. Project: recommendations on treatment of rheumatoid arthritis developed by all-Russian public organization «Association of rheumatologists of Russia» – 2014 (part 1). *Rheumatology science and practice*. 2016;54:1–17. (In Russ.)

2. Mazurov VI. *Clinical rheumatology: a guide for practitioners*. St. Petersburg: Foliant; 2001. (In Russ.)

3. Who.int [Internet]. World Health Statistics 2020: Annex 2. 2020. Available from: [https://www.who.int/gho/publications/world\\_health\\_statistics/2020/EN\\_WHS\\_2020\\_Annex2.pdf?ua=1](https://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/2020/EN_WHS_2020_Annex2.pdf?ua=1) Accessed: Jun 15. 2021.

4. Zinchuk IYu, Amirdzhanova VN. Social burden of rheumatoid arthritis. *Scientific and practical rheumatology*. 2014;52(3):331–335. (In Russ.) doi: 10.14412/1995-4484-2014-331-335

5. Smolen JS, Aletaha D, McInnes IB. Rheumatoid arthritis. *Lancet*. 2016;388(10055):2023–2038. doi: 10.1016/S140-6736(16)30173-7

6. Nasonov EL, Karateev DE, Balabanova RM. Rheumatoid arthritis. In: Nasonova EL, Nasonova VA, editors. *Rheumatology. National guideline*. Moscow: GEOTAR-Media; 2008. (In Russ.)

7. Galushko EA, Nasonov EL. The prevalence of rheumatic diseases in Russia. *Almanac of Clinical Medicine*. 2018;46(1):32–39. (In Russ.) doi: 10.18786/2072-0505-2018-46-1-32-39

8. Da Silva E, Doran MF, Crowson CS, et al. Declining use of orthopedic surgery in patients with rheumatoid arthritis? Results of a long-term, population-based assessment. *Arthritis Rheum*. 2003;49(2):216–220. doi: 10.1002/art.10998

9. Girard F, Guillemin F, Novella JL, et al. Health-care use by rheumatoid arthritis patients compared with non-arthritic subjects. *Rheumatology*. 2002;41(2):167–175. doi: 10.1093/rheumatology/41.2.167

10. Savenkova NA, Amirdzhanova VN, Makarov SA, et al. Does arthroplasty of large joints improve the quality of life of patients with rheumatoid arthritis? *Scientific and practical rheumatology*. 2011;49(1):69–74. (In Russ.) doi: 10.14412/1995-4484-2011-871

11. Akhtiamov IF, Lapshina SA, Gimadeeva AM, et al. Clinical and functional effectiveness of radical interventions in patients with high activity of rheumatoid arthritis. *Meditsinskii*

*vestnik Severnogo Kavkaza*. 2016;11(3):440–443. (In Russ.) doi: 10.14300/mnnc.2016.11099

12. Neverov VA, Kiryanova VV, Kurbanov SKh, et al. Problems of individual endoprosthetics and individual rehabilitation in reconstructive orthopedics. *Bulletin of the North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov*. 2010;2(2):30–34. (In Russ.)

13. Chalmers PN, Sherman SL, Raphael BS, et al. Rheumatoid synovectomy: does the surgical approach matter? *Clin Orthop Relat Res*. 2011;469(7):2062–2071. doi: 10.1007/s11999-010-1744-3

14. Carl HD, Swoboda B. Effectiveness of arthroscopic synovectomy in rheumatoid arthritis. *Z Rheumatol*. 2008;67(6):485–490. (In German.) doi: 10.1007/s00393-008-0314-5

15. Chechik O, Khashan M, Lador R, et al. Surgical approach and prosthesis fixation in hip arthroplasty world wide. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2013;133(11):1595–1600. doi: 10.1007/s00402-013-1828-0

16. Bergin PF, Doppelt D, Kephart CJ, et al. Comparison of minimally invasive direct anterior versus posterior total hip arthroplasty based on inflammation and muscle damage markers. *J Bone Joint Surg Am*. 2011;93(15):1392–1398. doi: 10.2106/JBJS.J.00557

17. Matziolis D, Wassilew G, Strube P. Differences in muscle trauma quantifiable in the laboratory between the minimally invasive anterolateral and transgluteal approach. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2011;131(5):651–655. doi: 10.1007/s00402-010-1190-4

18. Skoroglyadov AV, But-Gusaim AB, Sirotin IV. Rehabilitation of patients after total hip replacement. *Vestnik Rossiiskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta*. 2008;(6):24–26. (In Russ.)

19. Wang L, Lee M, Zhang Z, et al. Does preoperative rehabilitation for patients planning to undergo joint replacement surgery improve outcomes? A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ Open*. 2016;6(2):e009857. doi: 10.1136/bmjopen-2015-009857

20. Builova TV, Tsykunov MB, Kareva OV, Kochetova NV. *Federal'nye klinicheskie rekomendatsii. Reabilitatsiya pri endoprotezirovanii*

*tazobedrennogo sustava v spetsializirovannom otdelenii statsionara.* Moscow; 2014. (In Russ.)

21. Lange E, Gjertsson I, Mannerkorpi K. Long-time follow up of physical activity level among older adults with rheumatoid arthritis. *Eur Rev Aging Phys Act.* 2020;17:10. doi: 10.1186/s11556-020-00242-w

22. Brodin N, Swärdh E. People with rheumatoid arthritis should be encouraged to engage in physical activity. *Lakartidningen.* 2015;112:DP7X. (In Swed.)

23. Benatti FB, Pedersen BK. Exercise as an anti-inflammatory therapy for rheumatic diseases-myokine regulation. *Nat Rev Rheumatol.* 2015;11(2):86–97. doi: 10.1038/nrrheum.2014.193

24. Nguyen C, Lefèvre-Colau MM, Poiraudou S, et al. Rehabilitation (exercise and strength training) and osteoarthritis: a critical narrative review. *Ann Phys Rehabil Med.* 2016;59(3):190–195. doi: 10.1016/j.rehab.2016.02.010

25. Goh SL, Persson MSM, Stocks J, et al. Relative efficacy of different exercises for pain, function, performance and quality of life in knee and hip osteoarthritis: systematic review and network meta-analysis. *Sports Med.* 2019;49(5):743–761. doi: 10.1007/s40279-019-01082-0

26. Radulovic TN, Lazovic M, Jandric S, et al. The effects of continued rehabilitation after primary knee replacement. *Med Arch.* 2016;70(2):131–134. doi: 10.5455/medarh.2016.70.131-134

27. Wu D, Zhu X, Zhang S. Effect of home-based rehabilitation for hip fracture: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Rehabil Med.* 2018;50(6):481–486. doi: 10.2340/16501977-2328

28. Patent RUS №2733686/ 2020. Aidarov VI, Khasanov ER, Pankov IO, et al. Hydrokinesiological method for recovery of motor functions of human locomotor system. Available from: [https://yandex.ru/patents/doc/RU2733686C1\\_20201006](https://yandex.ru/patents/doc/RU2733686C1_20201006) (In Russ.)

29. Evstigneeva EV, Kozhemyakina EV. A randomized controlled trial of the effectiveness of exercise in patients with osteoporotic vertebral fractures. *Osteoporosis and Osteopathy.* 2016;(2):86–87. (In Russ.)

30. Prudnikova OG, Tertyshnaya MS, Nasyrov MZ, Nesterova IN. The system of early functional psychomotor rehabilitation of patients after surgical interventions on the spine. *Herald of restorative medicine.* 2017;(4):33–39. (In Russ.)

31. Eversden L, Maggs F, Nightingale P. A pragmatic randomised controlled trial of hydrotherapy and land exercises on overall well being and quality of life in rheumatoid arthritis. *BMC Musculoskel Disord.* 2007;8:23. doi: 10.1186/1471-2474-8-23

32. Bartels EM, Lund H, Danneskiold-Samsøe B. Pool exercise therapy of rheumatoid arthritis. *Ugeskr Laeger.* 2001;163(40):5507–5513. (In Danish.)

33. Lyp M, Kaczor R, Cabak, A et al. A water rehabilitation program in patients with hip osteoarthritis before and after total hip replacement. *Med Sci Monit.* 2016;22:2635–2642. doi: 10.12659/msm.896203

34. Nasonov EL. Pharmacotherapy of rheumatoid arthritis: Russian and international recommendations. *Scientific and practical rheumatology.* 2016;54(5):557–571. (In Russ.) doi: 10.14412/1995-4484-2016-557-571

35. Nasonov EL. Methotrexate for rheumatoid arthritis – 2015: new facts and ideas. *Scientific and practical rheumatology.* 2015;53(4):421–433. (In Russ.) doi: 10.14412/1995-4484-2015-421-433

36. Akhtyamov IF, Lapshina SA, Gilmutdinov ISH, et al. The effect of rheumatoid arthritis therapy on the results of arthroplasty of large joints (preliminary report). *Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2015;(1):51–57. (In Russ.) doi: 10.21823/2311-2905-2015-0-1-52-59

37. Franco AS, luamoto LR, Pereira RM. Perioperative management of drugs commonly used in patients with rheumatic diseases: a review. *Clinics.* 2017;72(6):386–390. doi: 10.6061/clinics/2017(06)09

38. Doi K, Ito H, Tomizawa T, et al. Oral steroid decreases the progression of joint destruction of large joints in the lower extremities in rheumatoid arthritis. *Medicine (Baltimore).* 2019;98(47):e17968. doi: 10.1097/MD.00000000000017968

39. Yamada Y, Tada M, Mandai K, et al. Glucocorticoid use is an independent risk factor for developing sarcopenia in patients with rheumatoid arthritis: from the CHIKARA study. *Clin Rheumatol.* 2020;39(6):1757–1764. doi: 10.1007/s10067-020-04929-4

40. Noori SA, Aiyer R, Yu J, et al. Nonopioid versus opioid agents for chronic neuropathic pain, rheumatoid arthritis pain, cancer pain and low back pain. *Pain Manag.* 2019;9(2):205–216. doi: 10.2217/pmt-2018-0052

41. Shubnyakov II. Evaluation of the pain management efficiency after primary hip arthroplasty: results of Kvest project. *Traumatology and orthopedics of Russia.* 2018;24(1):80–87. (In Russ.)

42. Gaffney CJ, Pelt CE, Gililand JM, et al. Perioperative pain management in hip and knee arthroplasty. *Orthop Clin North Am.* 2017;48(4):407–419. doi: 10.1016/j.oocl.2017.05.001

43. De Rogatis M. Non-operative treatment options for knee osteoarthritis. *Ann Transl Med.* 2019;7(7):245. doi: 10.21037/atm.2019.06.68

44. Walsh DA, McWilliams DF. Pain in rheumatoid arthritis. *Curr Pain Headache Rep.* 2012;16(6):509–517. doi: 10.1007/s11916-012-0303-x

45. Nakano H, Houraiya K, Tanimura H, et al. Rehabilitation therapy according to the disease condition and functional status of the patients with rheumatoid arthritis. *Nihon Rinsho.* 2013;71(7):1281–1286. (In Japan.)

46. Ali A, Rosenberger L, Weiss TR, et al. Massage therapy and quality of life in osteoarthritis of the knee: a qualitative study. *Pain Med.* 2017;18(6):1168–1175. doi: 10.1093/pm/pnw217

47. Nelson NL, Churilla JR. Massage therapy for pain and function in patients with arthritis: a systematic review of randomized controlled trials. *Am J Phys Med Rehabil.* 2017;96(9):665–672. doi: 10.1097/PHM.0000000000000712

48. GokMetin Z, Ozdemir L. The effects of aromatherapy massage and reflexology on pain and fatigue in patients with rheumatoid arthritis: a randomized controlled trial. *Pain Manag Nurs.* 2016;17(2):140–149. doi: 10.1016/j.pmn.2016.01.004

49. Anis HK, Curtis GL, Klika AK, et al. In-room ultraviolet air filtration units reduce airborne particles during total joint arthroplasty. *J Orthop Res.* 2020;38(2):431–437. doi: 10.1002/jor.24453

50. Illingworth KD, Mihalko WM, Parvizi J, et al. How to minimize infection and thereby maximize patient outcomes in total joint arthroplasty: a multicenter approach: AAOS exhibit selection. *J Bone Joint Surg Am.* 2013;95(8):e50. doi: 10.2106/JBJS.L.00596

51. Nikitina MG, Ukhterova ND, Pestrova IG. The importance of physiotherapy in the complex rehabilitation of patients after joint arthroplasty. *Zdravookhranenie Chuvashii.* 2014;(1):34–39. (In Russ.)

52. Wong CH, Lin LC, Lee HH, et al. The analgesic effect of thermal therapy after total knee arthroplasty. *J Altern Complement Med.* 2012;18(2):175–179. doi: 10.1089/acm.2010.0815

53. Peres D, Sagawa Y Jr, Dugué B, et al. The practice of physical activity and cryotherapy in rheumatoid arthritis: systematic review. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2017;53(5):775–787. doi: 10.23736/S1973-9087.16.04534-2

54. Książopolska-Orłowska K, Pacholec A, Jędryka-Góral A, et al. Complex rehabilitation and the clinical condition of working rheumatoid arthritis patients: does cryotherapy always overtop traditional rehabilitation? *Disabil Rehabil.* 2016;38(11):1034–1040. doi: 10.3109/09638288.2015.1060265
55. Guillot X, Tordi N, Mourot L, et al. Cryotherapy in inflammatory rheumatic diseases: a systematic review. *Expert Rev Clin Immunol.* 2014;10(2):281–294. doi: 10.1586/1744666X.2014.870036
56. Hirvonen H, Kautiainen H, Moilanen E, et al. The effect of cryotherapy on total antioxidative capacity in patients with active seropositive rheumatoid arthritis. *Rheumatol Int.* 2017;37(9):1481–1487. doi: 10.1007/s00296-017-3771-9
57. Peter WF, Nelissen RG, Vlieland TP. Guideline recommendations for post-acute postoperative physiotherapy in total hip and knee arthroplasty: are they used in daily clinical practice? *Musculoskeletal Care.* 2014;12(3):125–131. doi: 10.1002/msc.1067
58. Henderson KG, Wallis JA, Snowdon DA. Active physiotherapy interventions following total knee arthroplasty in the hospital and inpatient rehabilitation settings: a systematic review and meta-analysis. *Physiotherapy.* 2018;104(1):25–35. doi: 10.1016/j.physio.2017.01.002
59. Rutherford RW, Jennings JM, Dennis DA. Enhancing recovery after total knee arthroplasty. *Orthop Clin North Am.* 2017;48(4):391–400. doi: 10.1016/j.jocl.2017.05.002
60. Jäppinen AM, Hämäläinen H, Kettunen T, et al. Postoperative patient education in physiotherapy after hip arthroplasty: patients' perspective. *Musculoskeletal Care.* 2017;15(2):150–157. doi: 10.1002/msc.1153
61. Zhu Y, Feng Y, Peng L. Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation for pain control after total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *J Rehabil Med.* 2017;49(9):700–704. doi: 10.2340/16501977-2273
62. Meier W, Mizner RL, Marcus RL, et al. Total knee arthroplasty: muscle impairments, functional limitations, and recommended rehabilitation approaches. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2008;38(5):246–256. doi: 10.2519/jospt.2008.2715
63. Chughtai M, Elmallah RD, Mistry JB, et al. Nonpharmacologic pain management and muscle strengthening following total knee arthroplasty. *J Knee Surg.* 2016;29(3):194–200. doi: 10.1055/s-0035-1569147
64. Casimiro L, Brosseau L, Milne S, et al. Acupuncture and electroacupuncture for the treatment of RA. *Cochrane Database Syst Rev.* 2002;(3):CD003788. doi: 10.1002/14651858.CD003788
65. Ramos A, Domínguez J, Gutiérrez S. Acupuncture for rheumatoid arthritis. *Medwave.* 2018;18(6):e7284. doi: 10.5867/medwave.2018.06.7283
66. Chou PC, Chu HY. Clinical efficacy of acupuncture on rheumatoid arthritis and associated mechanisms: a systematic review. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2018;2018:8596918. doi: 10.1155/2018/8596918
67. Prothero L, Barley E, Galloway J, et al. The evidence base for psychological interventions for rheumatoid arthritis: a systematic review of reviews. *Int J Nurs Stud.* 2018;82:20–29. doi: 10.1016/j.ijnurstu.2018.03.008
68. Kukshina AA, Vereagina DA, Kotelnikova AV, et al. Features of the psycho-emotional state and psychotherapy in the rehabilitation of patients with rheumatoid arthritis. *Questions of balneology, physiotherapy and physical therapy.* 2017;94(3):54–61. (In Russ.) doi: 10.17116/kurort201794354-61
69. Siegel P, Tencza M, Apodaca B, et al. Effectiveness of occupational therapy interventions for adults with rheumatoid arthritis: a systematic review. *Am J Occup Ther.* 2017;71(1):7101180050p1-7101180050p11. doi: 10.5014/ajot.2017.023176
70. Cramp F. The role of non-pharmacological interventions in the management of rheumatoid-arthritis-related fatigue. *Rheumatology (Oxford).* 2019;58(Suppl 5):22–28. doi: 10.1093/rheumatology/kez310

## ОБ АВТОРАХ

**\*Эльдар Равилевич Хасанов**, аспирант;  
адрес: Россия, 420012, Казань, ул. Бултерова, д. 49;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5289-2691>;  
e-mail: haselik1@mail.ru.

**Ильдар Фуатович Ахтямов**, д-р мед. наук, профессор;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4910-8835>;  
eLibrary SPIN: 6579-8640; e-mail: yalta60@mail.ru.

**Владимир Ирекович Айдаров**, канд. мед. наук;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5022-0413>;  
eLibrary SPIN: 9301-8696; e-mail: aidarov\_vladimir@mail.ru.

## AUTHORS INFO

**\*Eldar R. Khasanov**, postgraduate student;  
address: 49, Butlerova str., Kazan, 420012, Russia;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5289-2691>;  
e-mail: haselik1@mail.ru.

**Ildar F. Akhtiamov**, MD, PhD, Dr. Sci. (Med.), professor;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4910-8835>;  
eLibrary SPIN: 6579-8640; e-mail: yalta60@mail.ru.

**Vladimir I. Aidarov**, MD, PhD, Cand. Sci. (Med.);  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5022-0413>;  
eLibrary SPIN: 9301-8696; e-mail: aidarov\_vladimir@mail.ru.

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author



DOI: <https://doi.org/10.17816/VT077647>

## Памяти Валентина Николаевича Гурьева

На 99-м году жизни не стало заслуженного деятеля науки, лауреата Государственной премии СССР, доктора медицинских наук, профессора, ветерана Великой Отечественной войны Валентина Николаевича Гурьева. Он внес огромный вклад в организацию и научную разработку вопросов оказания медицинской помощи бригадой специалистов на догоспитальном этапе, что позволило на одну треть уменьшить смертность у больных с множественной и сочетанной травмой. Коллектив ЦИТО им. Н.Н. Приорова скорбит об утрате, светлая память о талантливом хирурге, ученом, организаторе, жизнелюбивом и обаятельном человеке навсегда останется в сердцах друзей, коллег и учеников.

## In memory of Professor Valentin N. Guryev

At the 99th year of his life, Valentin Nikolayevich Guryev, Honored Scientist, Laureate of the State Prize of the USSR, Doctor of Medical Sciences, Professor, Veteran of the Great Patriotic War, was gone. He made an enormous contribution to the organization and scientific development of medical care by a team of specialists at the prehospital stage, which made it possible to reduce mortality in patients with multiple and concomitant injuries by one third. The collective of the N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics grieves over the loss, the bright memory of a talented surgeon, scientist, organizer, cheerful and charming person will forever remain in the hearts of friends, colleagues and students.



На 99-м году жизни не стало заслуженного деятеля науки, лауреата Государственной премии СССР, доктора медицинских наук, профессора, ветерана Великой Отечественной войны Валентина Николаевича Гурьева.

Валентин Николаевич Гурьев родился 2 апреля 1923 г. в г. Орле. Окончил с отличием школу, день окончания школы совпал с днем начала Великой Отечественной войны. Призванного в Красную Армию В.Н. Гурьева направили на учебу в фельдшерское училище, по окончании которого он в звании младшего лейтенанта медицинской службы был направлен батальонным фельдшером.

После окончания войны, демобилизовавшись, с 1945 по 1950 г. Валентин Николаевич учился в Курском медицинском институте и после его окончания работал в Гродненской больнице хирургом и заместителем главного врача (1950–1959 гг.). В 1960 г. он стал заведовать ортопедическим отделением загородного филиала Московского ортопедического госпиталя. Через год был принят в аспирантуру Центрального института травматологии и ортопедии. В 1964 г. успешно защитил кандидатскую диссертацию на тему «Оперативное лечение неправильных, сросшихся переломов лодыжек», по материалам которой, была издана монография.

В.Н. Гурьев работал в должности главного врача ЦИТО, а затем заместителя директора по общим вопросам, возглавляя лечебную работу, в то же время активно занимался хозяйственной деятельностью. В этот период в ЦИТО были построены здания Опытно-экспериментального предприятия (ОЭП) и детского ортопедического

корпуса. В 1971 г. защитил докторскую диссертацию на тему «Двусторонний коксартроз и его оперативное лечение». С 1984 по 1998 г., возглавляя отделение острой травмы, Валентин Николаевич внес огромный вклад в организацию и научную разработку вопросов оказания медицинской помощи бригадой специалистов на догоспитальном этапе (ЦИТО – ГАИ), что позволило на одну треть уменьшить смертность пациентов со множественной и сочетанной травмой. Он был активным пропагандистом стабильного остеосинтеза, с его участием было разработано множество конструкций, которые выпускали ОЭП ЦИТО. За активное внедрение в медицинскую практику эндопротеза К.М. Сиваша в 1974 г. В.Н. Гурьеву в группе врачей и инженерно-технических работников ЦИТО во главе с автором этого изобретения К.М. Сивашом присуждена Государственная премия СССР.

В. Н. Гурьевым опубликовано более 90 статей в научных периодических изданиях, он автор двух книг «Консервативное и оперативное лечение повреждений голеностопного сустава» (1971) и «Двусторонний коксартроз и его оперативное лечение» (1975). После выхода на пенсию в 1998 г. Валентин Николаевич поддерживал связь с коллегами, продолжал консультативную деятельность, написал книгу воспоминаний в двух частях «Моя жизнь — хирургия», изданную в 2008 и 2019 гг.

**Коллектив ЦИТО им. Н.Н. Приорова скорбит об утрате, светлая память о талантливом хирурге, ученом, организаторе, жизнелюбивом и обаятельном человеке навсегда останется в сердцах друзей, коллег и учеников.**