

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

В Е С Т Н И К  
ТРАВМАТОЛОГИИ  
И ОРТОПЕДИИ

ИМЕНИ Н.Н. ПРИОРОВА  
2022 том 29 №4

N.N. Priorov Journal  
of Traumatology  
and Orthopedics

2022 Volume 29 Issue 4

## УЧРЕДИТЕЛЬ:

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

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор), свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС 77 - 76249 от 19 июля 2019 г.

## ИЗДАТЕЛЬ

ООО «Эко-Вектор Ай-Пи»

Адрес: 191186, г. Санкт-Петербург, Аптекарский переулочек, 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

E-mail: adv@eco-vector.com

## РЕДАКЦИЯ

### Зав. редакцией

Трухина Диана Аршалуйсовна

E-mail: vto@eco-vector.com

Тел.: +7 (967) 153-70-05

## АДРЕС РЕДАКЦИИ

127349, г. Москва, Шенкурский проезд, 3Б, офис 311

## ПОДПИСКА

Подписка на печатную версию через интернет:

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

[www.pressa-ef.ru](http://www.pressa-ef.ru)

## ИНДЕКСАЦИЯ

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

Оригинал-макет изготовлен ООО «Эко-Вектор».

Корректор: *А.С. Островская*

Верстка: *Ф.А. Игнащенко*

Обложка: *Ф.А. Игнащенко*

Сдано в набор 06.03.2023.

Подписано в печать 14.03.2023.

Формат 60 × 88 1/8. Печать офсетная.

Печ. л. 12,75. Усл. печ. л. 11,8.

Уч.-изд. л. 6,9. Тираж 500 экз.

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 29 | Выпуск 4 | 2022

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

**Ветрилэ 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

**Баиндурашвили 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., ФГАОУ 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. ФГАОУ 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

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

**Очкурено 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

**Рябов 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

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

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

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

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

**Кавагути Е.** — Университет Тоюмы, 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».

16+

© ООО «Эко-Вектор Ай-Пи», 2022



## 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  
E-mail: [adv@eco-vector.com](mailto:adv@eco-vector.com)

## EDITORIAL OFFICE

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

## EDITORIAL OFFICE ADDRESS

office 311, 3B, Shenkurskiy proezd, 127349,  
Moscow, Russian Federation

## 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: *A.S. Ostrovskaya*  
Layout editor: *Ph. Ignashchenko*  
Cover: *Ph. Ignashchenko*

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

# N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics

Volume 29 | Issue 4 | 2022

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.

**Ryabykh 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

-  *А.А. Кулешов, Н.А. Аганесов, М.С. Ветрилэ, А.Ф. Лазарев, Я.Г. Гудушаури, Э.И. Солод, И.Н. Лисянский, С.Н. Макаров*  
Оперативное лечение застарелых вертикально-нестабильных повреждений тазового кольца ..... 335
-  *М.А. Панин, Н.В. Загородний, А.В. Бойко, А.С. Петросян*  
Тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава в лечении поздних стадий остеонекроза головки бедренной кости и остеоартрита: результаты и осложнения ..... 345
-  *О.А. Алексанян, Г.А. Чрагян, С.В. Каграманов, А.В. Иванов, К.Ю. Уколов, Е.В. Полевой*  
Ранние результаты ревизионного эндопротезирования вертлужной впадины с применением индивидуальных конструкций ..... 355
-  *А.Ю. Ваза, А.М. Файн, К.И. Скуратовская, Р.С. Титов, Н.В. Боровкова, С.Ф. Гнетецкий, Ф.А. Шарифуллин, А.А. Файн*  
Хирургическое лечение переломов проксимального отдела плечевой кости с использованием оригинального трансплантата из аллогенной малоберцовой кости: ретроспективное когортное исследование ..... 367
- Г.Н. Филимонова, О.В. Дюрягина, Н.И. Антонов, М.В. Стогов, С.О. Рябых, Н.В. Тушина*  
Характеристика *m. Psoas minor* и *m. Sacrocaudalis (coccygeus) dorsalis lateralis* при симультанном моделировании бокового межтелового спондилодеза и заднего артродеза крестцово-подвздошного сустава ..... 379

## КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

- Е.А. Беляк, Д.Л. Пасхин, Ф.Л. Лазко, А.П. Призов, М.Ф. Лазко, Н.В. Загородний, В.В. Меньшиков*  
Эндоскопическое лечение пациента с «ужасной триадой»: декомпрессией плечевого сплетения в области грудной апертуры и межлестничного пространства и артроскопической установкой субакромиального спейсера. Клинический случай ..... 391
- Г.Н. Таиров, А.П. Топтыгина, А.А. Очкуренко, Ю.В. Буклемишев, И.Н. Карпов*  
Опыт успешного лечения пациента с хроническим небактериальным остеомиелитом (клинический случай) ..... 403

## ОБЗОРЫ

- А.С. Золотов, Ю.А. Дьячкова, И.С. Сидоренко, Д.А. Мбеки*  
Двухэтапная пластика сухожилий сгибателей пальцев кисти при застарелых повреждениях: история уникального метода лечения ..... 413

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

-  *С.П. Миронов, А.А. Очкуренко, В.А. Перминов, А.И. Трофимова*  
Отчёт о работе XII Всероссийского съезда травматологов-ортопедов (1–3 декабря 2022 года, Москва) ..... 423

# CONTENTS

---

## ORIGINAL STUDY ARTICLES

-  *Aleksandr A. Kuleshov, Nikolay A. Aganesov, Marchel S. Vetrile, Anatolii F. Lazarev, Yago G. Gudushauri, Eduard I. Solod, Igor N. Lisyansky, Sergei N. Makarov*  
Surgical treatment of chronic vertically unstable pelvic ring injuries ..... 335
-  *Mikhail A. Panin, Nikolay V. Zagorodniy, Andrey V. Boiko, Armenak S. Petrosyan*  
Total hip arthroplasty in the treatment of severe stages of osteonecrosis of the femoral head and osteoarthritis: results and complications. .... 345
-  *Ovakim A. Aleksanyan, Gamlet A. Chragyan, Sergey V. Kagramanov, Artem V. Ivanov, Konstantin Yu. Ukolov, Egor V. Polevoy*  
Early results of revision acetabular endoprosthetics using individual designs ..... 355
- Alexandr Yu. Vaza, Alexey M. Fain, Kristina I. Skuratovskaya, Roman S. Titov, Natalya V. Borovkova, Sergey F. Gnetetskiy, Faat A.-K. Sharifullin, Anton A. Fain*  
Surgical treatment of proximal humerus fractures with using the original allogeneic fibula graft: retrospective cohort study: retrospective cohort study ..... 367
-  *Galina N. Filimonova, Olga V. Diuriagina, Nikolai I. Antonov, Maksim V. Stogov, Sergei O. Ryabykh, Natalia V. Tushina*  
Characteristics of *m. Psoas minor* and *m. Sacrocaudalis (coccygeus) dorsalis lateralis* in simultaneous modeling of lateral interbodiol spinnylodesis and posterior sacro-iliac joint arthodesis ..... 379

## CLINICAL CASE

- Evgeniy A. Belyak, Dmitriy L. Pashkin, Fjodor L. Lazko, Aleksey P. Prizov, Maksim F. Lazko, Nikolay V. Zagorodniy, Valentin V. Menshikov*  
Combined endoscopic treatment of patient with «terrible triade»: decompression of brachial plexus in thoracic aperture and interscalene space and arthroscopic subacromial spacer implantation. Clinical case. .... 391
- Gazinur N. Tairov, Anna P. Toptygina, Alexander A. Ochkurenko, Yuriy V. Buklemishev, Igor N. Karpov*  
Experience of successful treatment of a patient with chronic non-bacterial osteomyelitis (clinical case) ..... 403

## REVIEWS

- Alexandr S. Zolotov, Julia A. Dyachkova, Ilya S. Sidorenko, Joshua A. Mbeki*  
Two-stage flexor tendon reconstruction of the fingers in chronic injuries: the history of this a unique method of treatment ..... 413

## SHORT COMMUNICATION

- Sergey P. Mironov, Alexander A. Ochkurenko, Vladimir A. Perminov, Alena I. Trofimova*  
Report on the work of the XII All-Russian Congress of Traumatologists and Orthopedists (December 1–3, 2022, Moscow) ..... 423

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto278279>

# Surgical treatment of chronic vertically unstable pelvic ring injuries

Aleksandr A. Kuleshov, Nikolay A. Aganesov, Marchel S. Vetrile, Anatolii F. Lazarev, Yago G. Gudushauri, Eduard I. Solod, Igor N. Lisyansky, Sergei N. Makarov

Priorov National Medical Research Center, Moscow, Russia

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** The initial severity of patients with vertically unstable pelvic injuries often does not allow to perform timely reconstructive surgical intervention. Thus, the number of chronic injuries increases. Treatment of patients with long-term pelvic ring damage (after 3 weeks from injury) with significant vertical displacement (over 20 mm) is a problem of its own.

**AIM:** To analyze the immediate and long-term results obtained in patients with unresectable and chronic vertical unstable pelvic ring injuries.

**MATERIALS AND METHODS:** The results for 58 patients treated at the Priorov National Medical Research Center with chronic vertically unstable damage to the pelvic ring in the period from 2017 to 2022 were analyzed. Clinical and radiological diagnostic methods, as well as the Majeed questionnaire, were used to assess the treatment results.

**RESULTS:** The follow-up period for the patients ranged from 1 to 3 years (2.1 years on average). All patients after surgical treatment showed pain syndrome regression in the posterior pelvic area, decreased pain in sitting and standing positions, which improved their quality of life. All patients were able to move independently, to self-care after the treatment. Excellent results according to Majeed questionnaire one year after surgery were achieved in 4 (8.2%) patients, good — in 40 (81.6%), acceptable — in 5 (10.2%), there were no unsatisfactory results.

**CONCLUSION:** The vertebral-pelvic fixation technique allows specialists to effectively treat long-standing vertically pelvic ring unstable injuries and perform one-stage repositioning and stable fixation of the posterior pelvic ring.

**Keywords:** pelvis; posterior pelvic ring injuries; sacrum; sacrum fracture; spino-pelvic dissociation.

## To cite this article:

Kuleshov AA, Aganesov NA, Vetrile MS, Lazarev AF, Gudushauri YG, Solod EI, Lisyansky IN, Makarov SN. Surgical treatment of chronic vertically unstable pelvic ring injuries. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2022;29(4):335–344. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto278279>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto278279>

# Оперативное лечение застарелых вертикально-нестабильных повреждений тазового кольца

А.А. Кулешов, Н.А. Аганесов, М.С. Ветрилэ, А.Ф. Лазарев, Я.Г. Гудушаури, Э.И. Солод, И.Н. Лисянский, С.Н. Макаров

НМИЦ травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Москва, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Введение.** Исходная тяжесть состояния пострадавших с вертикально-нестабильным повреждением таза зачастую не позволяет выполнить своевременное реконструктивное оперативное вмешательство. Таким образом растёт количество застарелых повреждений. Лечение пациентов с застарелым повреждением (после 3 недель с момента травмы) тазового кольца с выраженным вертикальным смещением (более 20 мм) вызывает отдельную сложность.

**Цель.** Проанализировать ближайшие и отдалённые результаты лечения пациентов с несвежими и застарелыми вертикально-нестабильными повреждениями тазового кольца.

**Материалы и методы.** Проанализированы результаты лечения 58 пациентов ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России с застарелым вертикально-нестабильным повреждением тазового кольца в период с 2017 по 2022 г. Для оценки результатов лечения применяли клинические и лучевые методы диагностики, а также опросник Majeed.

**Результаты.** Отдаленный период наблюдения за пациентами составил от 1 года до 3 лет (в среднем 2,1 года). У всех пациентов после оперативного лечения отмечается регресс болевого синдрома в области заднего полукольца таза, уменьшение боли и дискомфорта в положениях сидя и стоя, что привело к улучшению качества жизни. Все пациенты после проведенного лечения были способны самостоятельно передвигаться, самообслуживаться. Отличные результаты по Majeed через год после операции были достигнуты у 4 (8,2%) пациентов, хорошие — у 40 (81,6%), удовлетворительные — у 5 (10,2%), неудовлетворительных результатов не было.

**Заключение.** Методика позвоночно-тазовой фиксации позволяет эффективно проводить лечение застарелых вертикально-нестабильных повреждений тазового кольца и выполнять одномоментную репозицию и стабильную фиксацию заднего полукольца таза.

**Ключевые слова:** таз; повреждение заднего полукольца таза; крестец; перелом крестца; позвоночно-тазовая диссоциация.

## Как цитировать:

Кулешов А.А., Аганесов Н.А., Ветрилэ М.С., Лазарев А.Ф., Гудушаури Я.Г., Солод Э.И., Лисянский И.Н., Макаров С.Н. Оперативное лечение застарелых вертикально-нестабильных повреждений тазового кольца // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2022. Т. 29, № 4. С. 335–344. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto278279>

## INTRODUCTION

Most pelvic fractures are directly related to high-energy trauma. Of these fractures, vertically unstable pelvic ring injuries account for <1% of all cases [1]. Such injuries are mainly caused by traffic accidents and falls from heights [2].

The severity of these injuries makes stabilization and treatment challenging. Owing to the severity of the injury and the inaccessibility of specialized hospitals in the vicinity of the injury in some cases, patients may not always receive timely and quality medical care. Thus, the treatment of chronic pelvic ring injuries is relevant.

Numerous techniques for stabilizing pelvic fractures in the acute period have been described [3–7]; however, repositioning in pelvic ring deformities combined with long-standing fractures is much more challenging. Surgical treatment in such cases is mainly difficult.

Vertically unstable pelvic ring injuries are frequently combined with pelvic injuries [8]. Thus, combined pelvic ring and urogenital tract injuries account for 20% of all genitourinary injuries. In 85% of cases, anterior pelvic ring fractures damage the pelvic diaphragm, which includes the membranous urethra. In addition, erectile dysfunction frequently occurs in men with anterior pelvic ring damage. Any form of urinary disorders sharply reduces the quality of life and induces psychological problems, which may lead to the destruction of family and work relationships and social isolation.

Chronic vertical unstable pelvic ring injuries are characterized by the instability of the anterior and posterior pelvic rings [2, 9, 10]. Radiologically, anterior ring injury is represented by rupture of the pubic symphysis, fractures of the inferior and superior pubic branches, and transacetabular fractures [10, 11]. Vertical sacral fractures, fracture dislocations of the sacroiliac joint, and iliac fractures,

which are grouped under spinopelvic dissociation and combined with damage to the pelvic diaphragm, iliac vessels, and lumbosacral plexus, are among the variants of posterior ring damage [10]. Cicatricial processes in the fracture area complicate repositioning [12, 13]. Surgical treatment requires good understanding of the spatial anatomy of the pelvis and careful preoperative planning.

**The aim of the study** was to analyze the immediate and long-term treatment results of patients with chronic vertically unstable pelvic ring injuries.

## MATERIALS AND METHODS

Treatment results of 58 patients with chronic vertically unstable pelvic ring injuries admitted to the Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics between 2017 and 2023 were analyzed. Most of the patients were men ( $n=34$ , 58.6%). The average patient age was 37.7 (14–65) years, and 97% of the patients were of working age (up to 65 years). The circumstances of the injuries were falls from heights ( $n=27$ , 46.6%), traffic accidents ( $n=25$ , 43%), and compression injuries ( $n=6$ , 10.4%)

The main criterion for inclusion in the study was the presence of a vertically unstable injury of the posterior pelvic ring. Longitudinal sacral fractures accounted for most of the cases. All patients (100%) had polyfocal injuries, that is, combined with injuries of the anterior pelvic ring. The characteristics of pelvic injuries are shown in Table 1.

The study was approved by the Local Ethics Committee of the Priorov Scientific and Research Center of Traumatology and Orthopedics (Session No. 4, April 07, 2022). All patients signed a written consent form to participate in the study.

The distribution of the surgical treatment time according to the duration of injury is presented in Table 2.

**Table 1.** Characteristics of posterior pelvic ring injuries

Number of patients	Types of posterior pelvic ring injuries					
	Longitudinal sacral fractures (Denis)			Combined sacral fractures		Sacroiliac joint rupture
	Area 1	Area 2	Area 3	U-shaped	H-shaped	
58	34	3	2	3	7	9

**Table 2.** Distribution of patients according to the duration of injury based on the Cherkas-Zade classification [12]

Duration of injury	Number of patients
Stale injuries (10–14 days)	12
Long-standing injuries (3–6 weeks)	18
Chronic injuries (>6 weeks)	28
Total	58

To assess the stability of the pelvic ring, all patients underwent functional pelvic X-ray imaging with alternating loading of the left and right lower extremities (Fig. 1).

Moreover, all patients underwent computed tomography (CT) to clearly verify the pelvic ring damage, particularly, its posterior parts. In 15 (26%) patients, a solid three-dimensional model of the pelvic bones and lumbar spine was constructed for preoperative planning (Fig. 2).

Magnetic resonance imaging was also performed in all patients to determine the extent of damage to neural structures and assess compressions.

For the assessment of treatment results, the Majeed score was used [14], with a maximum score of 100 points in working patients and 80 points in non-working patients.

#### *Surgical treatment*

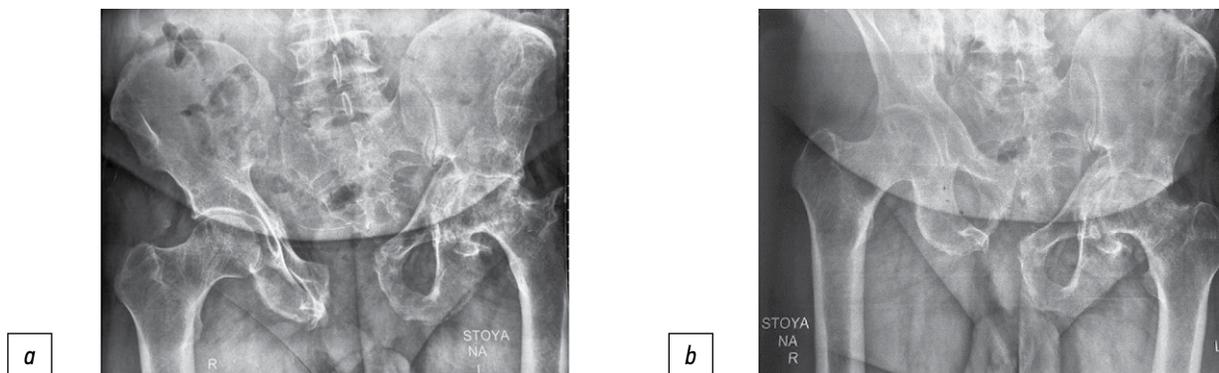
The patients were divided into two groups depending on the degree of posterior pelvic displacement according to the classification proposed in 2004 [15].

Group 1 consisted of 31 patients with grade I–II asymmetry of the hip joints ( $\leq 20$  mm), who underwent closed repositioning of the posterior pelvic ring and iliosacral blocking with cannulated screws.

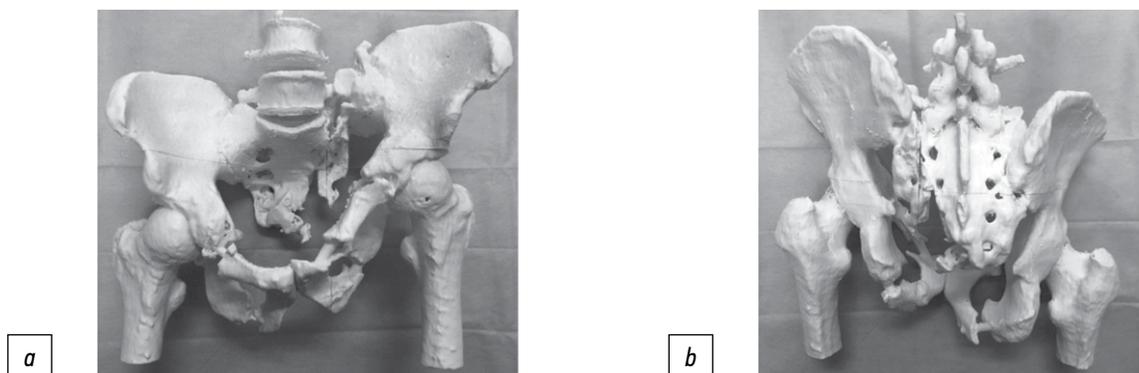
Group 2 included 27 patients with grade III asymmetry of the hip joints ( $>20$  mm), who underwent open

repositioning of the posterior pelvic ring and bilateral spinopelvic fixation (PTF) using the L4–S2Al technique. The patients were divided by design into three subgroups: subgroup A included bilateral PTF with parallel unconnected rods ( $n=13$ ), subgroup B included bilateral PTF with an additional transverse connector between the rods ( $n=7$ ), and subgroup C included bilateral PTF using an L-shaped rod ( $n=7$ ) (Fig. 3).

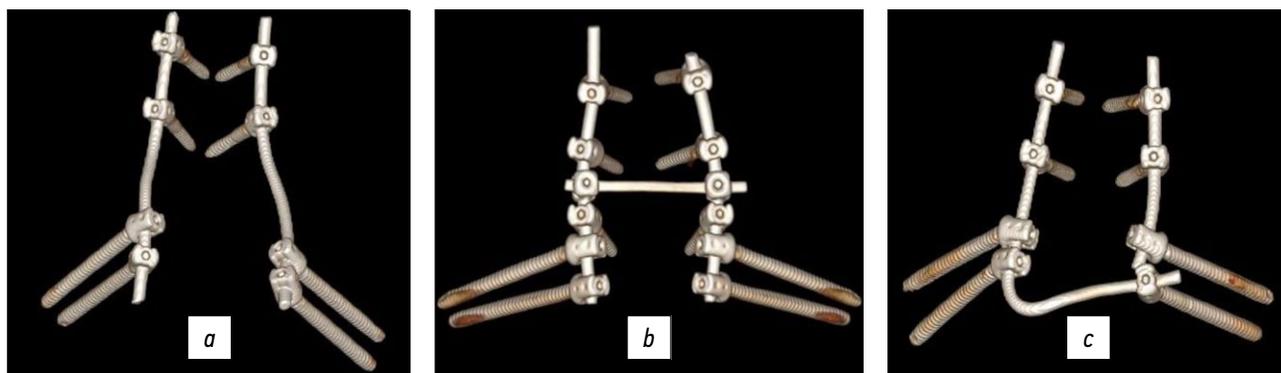
The metal fixator arrangement in subgroup A was characterized by less traumatization of soft tissues and possibility of placing the structure with minimal invasiveness. In 3 of 13 patients, PTF was performed transcutaneously to reduce soft tissue trauma and prevent problems with postoperative wound healing. Subgroup B was also fitted with a transverse connector to increase the rigidity of the metal structure. Seven patients in subgroup C underwent L4–S2Al PTF using an L-shaped curved rod. The vertical part of the rod was fixed in the lumbar and pelvic screws on the side of the sacral fracture. The vertical displacement of half of the pelvis was eliminated using the distractor. The horizontal part was bent along the relief of the posterior sacral surface and fixed in the lower pelvic screw on the opposite side. Compression in the fracture area was performed on this part. This fixation method



**Fig. 1.** Functional radiography from the pelvis with alternating load on the left and right lower extremities. *a* — standing on the left leg; *b* — standing on the right leg.



**Fig. 2.** 3D model of pelvic and lumbar spine: *a* — front view; *b* — back view.



**Fig. 3.** Three variants of spino-pelvic fixation. *a* — variant 1 with two parallel rods not connected to each other; *b* — variant two with parallel rods connected by a transverse connector; *c* — variant 3 with an L-shaped rod.

gradually replaced that in subgroup B because of the lower profile of the metal structure, which facilitated the suturing of the postoperative wound.

In 39 of 58 patients, the instability of the anterior pelvic ring required fixation with a reconstructive plate.

## RESULTS

The long-term follow-up of the patients ranged from 1 to 3 (mean 2.1) years. After surgical treatment, all patients showed regression of the pain syndrome in the posterior pelvic ring and reduction of pain and discomfort when sitting and standing, which led to improved quality of life. All patients could move independently and take care of themselves after treatment. Patients with pelvic organ dysfunction were referred to a neurourologist for further rehabilitation and were trained in intermittent bladder catheterization.

One year after surgery, excellent ( $n=4$ , 8.2%), good ( $n=40$ , 81.6%), and satisfactory ( $n=5$ , 10.2%) Majeed scores were noted. No unsatisfactory outcomes were observed. The average treatment outcomes are provided in Table 3.

In 13 patients of group 1 ( $n=31$ ) with <20-mm vertical displacement of the posterior portions of the pelvic ring, vertical displacement of the hemipelvis was eliminated by closed repositioning and iliosacral blocking. In 11 patients, the displacement was eliminated by >50%. In seven patients, repositioning of the hemipelvis was <50%.

The instability of the metal structure such as migration of iliosacral screws occurred in six patients of group 1.

Only one patient of group 1 had soft tissue inflammation in the surgical area on the anterior pelvic ring, which required revision surgery, such as necrectomy and placement of an inflow and outflow drainage system. However, because of a deep infection, the metal structure was removed.

In eight patients of group 2 ( $n=27$ ), vertical displacement of the hemipelvis was eliminated using the PTF technique. In 12 patients, the displacement was eliminated by >50%. In seven patients, hemipelvis repositioning was <50%.

## COMPLICATIONS

In three patients of group 2, metal structure instability occurred, which required remounting with bone grafting. One case was reported in subgroup A and two in subgroup B. No instability cases that required revision surgery occurred in subgroup C.

In group 2, five patients had soft tissue inflammation in the surgical area (subgroup B,  $n=4$ ; subgroup C,  $n=1$ ), which required revision surgical intervention, such as a necrectomy and placement of the vacuum-assisted wound therapy system. In group 2, two patients required metal structure removal because of deep infection.

In four patients of group 2, postoperative CT revealed partial malposition of the pelvic screws of the dorsal metal structure with perforation of the external cortical wall of the ilium, which did not affect the surgical outcome. No cases of screw malpositioning accompanied by clinical manifestation occurred.

**Table 3.** Results of assessing the quality of life and pain syndrome in patients with long-standing vertically unstable pelvic ring injuries

Questionnaire	Before surgery ( $n=54$ )	Six months after surgery ( $n=52$ )	One year after surgery ( $n=49$ )	<i>p</i> value
Majeed	48±6	68±8	76±12	<0,05

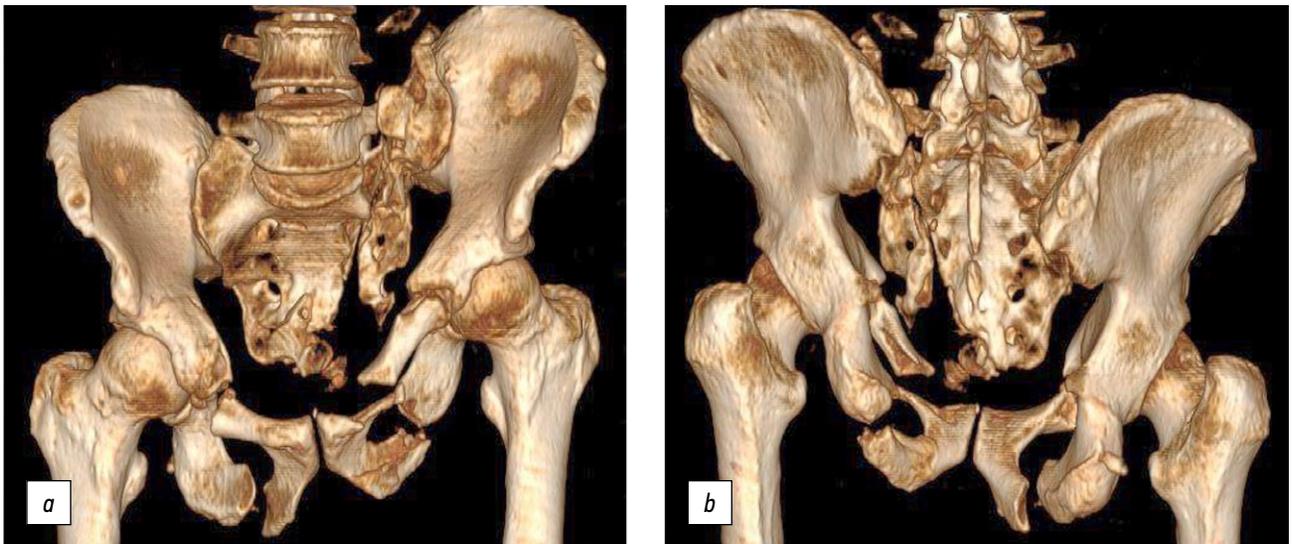
In our observations, the more elements of the metal structure placed, the higher the risks of soft tissue inflammation in the surgical area. In addition, the configuration of PTF with an L-shaped rod has an advantage over that with a transverse connector in the number of inflammatory complications.

No complications were noted with the placement of the rod connecting the iliac screws with the superior ones and with the suturing of the postoperative wound. One case of subcutaneous protrusion of the iliac screw heads in a patient in group 2 was observed. At the patient's request, the structure was removed a year later after the consolidation of the fracture. No complaints or other clinical manifestations from the iliosacral joints were observed.

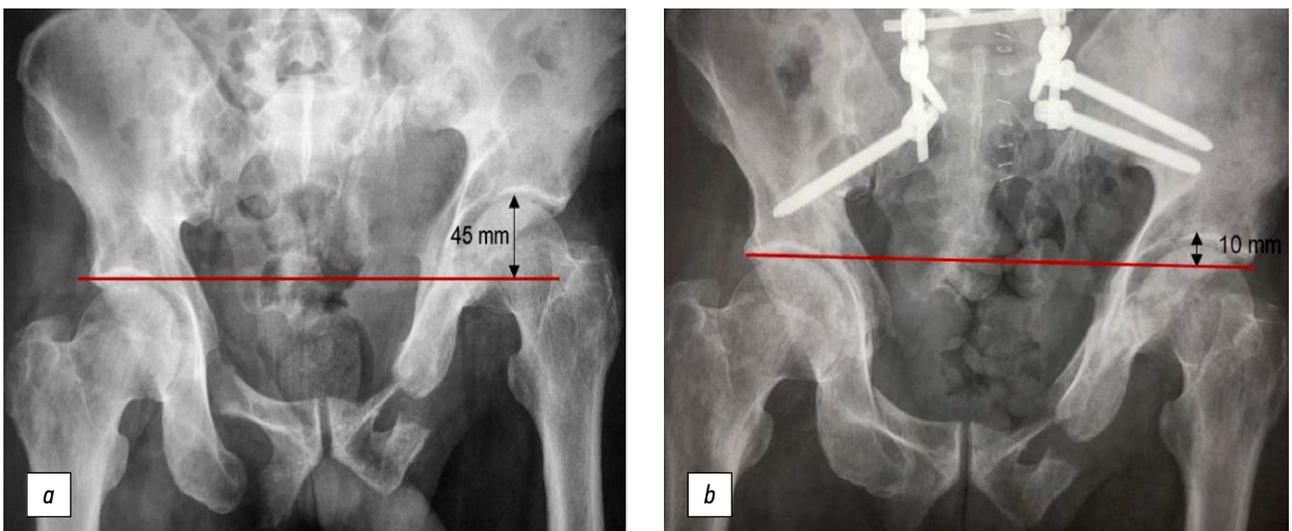
#### Case history

A patient aged 56 years presented 11 months after an injury (fall from the 5th floor). CT showed fractures of the pubis and ischium on both sides, and a longitudinal fracture of the lateral sacral masses on the left side in the Denis 2 area (Fig. 4).

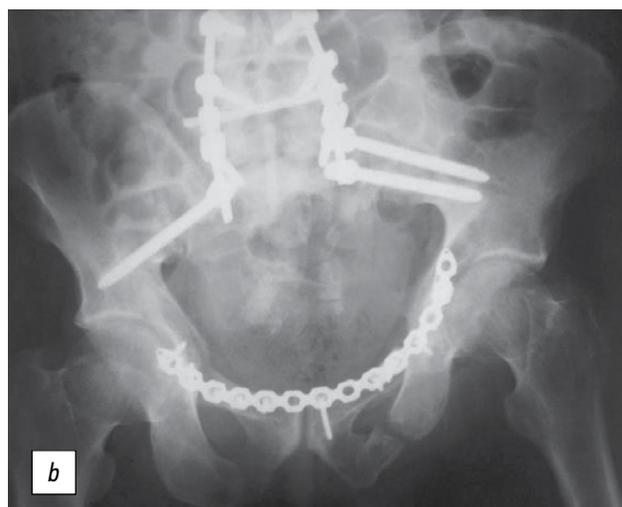
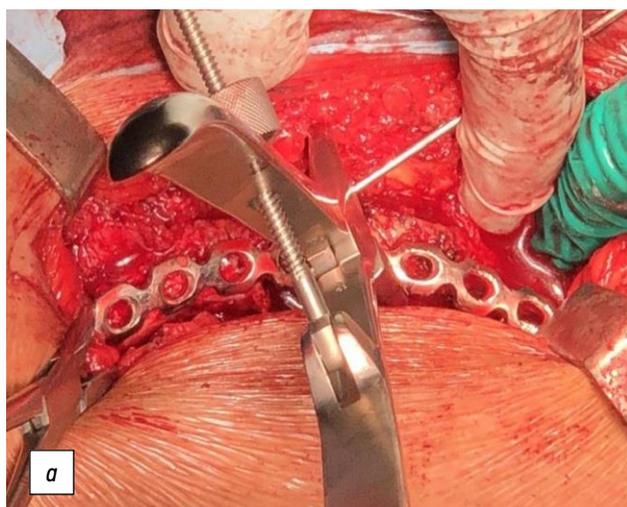
Grade III vertical displacement according to Shlykov classification (45-mm asymmetry of the hip joints) was noted. The patient was on bed rest from the moment of injury, and no verticalization was done. Open repositioning of the left hemipelvis and bilateral PTF were performed. The surgery resulted in a 35-mm displacement and a residual displacement of 10 mm (Fig. 5).



**Fig. 4.** Computed tomography of the pelvic bones in 3D reconstruction mode: *a* — front view; *b* — back view.



**Fig. 5.** Overview radiography of the pelvis: *a* — before surgical treatment; *b* — after spino-pelvic fixation with open repositioning of the left hemipelvis.



**Fig. 6.** Fixation of the anterior semicircle of the pelvis with a reconstructive plate: *a* — intraoperative photo; *b* — AP-radiography of the pelvis.

Two weeks later, the patient underwent fixation of the anterior pelvic ring with a reconstructive plate (Fig. 6).

On postoperative day 3, the patient started to sit up and within a week stood up with a walker. In the assessment of the long-term treatment results, the quantitative value of the final index according to the Majeed score was 76 points, which corresponds to a good functional result.

## DISCUSSION

Russian and foreign authors emphasize the high complexity of the treatment of patients with type C pelvic ring injuries [16, 17]. The treatment of this injury was described as unsatisfactory [13, 18]. In chronic injuries, the situation is much worse because of multiple scarring and severe pelvic deformities [19, 20]. However, no consensus was reached on the choice of design for the treatment of chronic vertically unstable pelvic injuries. Adequate repositioning and stable fixation of pelvic fractures are one of the most difficult problems. Many authors [20] have suggested using external fixation devices, which require a biomechanically justified individual design, for the treatment of chronic injuries and posttraumatic deformities of the pelvic ring [21]. However, this method has a low degree of fixation stability (particularly in the posterior pelvic structures), has cumbersome designs, reduces the quality of life of the patient, and has a high incidence of local infections [21]. In addition, achieving appropriate repositioning of vertical displacements in the posterior pelvic ring is a difficult task, which requires a more complex apparatus design. The PTF technique is widely used for vertically unstable pelvic ring injuries [3, 5–7, 22];

however, few publications on its use in chronic pelvic ring injuries are available.

## CONCLUSIONS

The PTF technique allows effective treatment of chronic vertically unstable pelvic ring injuries and one-stage repositioning and stable fixation of the posterior pelvic ring.

PTF can be minimally invasive or openly performed in combination with bone grafting of the false joint area and decompression of the cauda equina.

- If the vertical displacement is  $\leq 20$  mm, minimally invasive techniques for the fixation of the posterior pelvic ring are appropriate. If it exceeds 20 mm, open repositioning of the posterior pelvic ring with PTF is necessary.
- In the case of anterior pelvic instability, fixation is needed to restore the integrity of the pelvic ring.
- Minimally invasive techniques should be preferred whenever possible.

## ADDITIONAL INFO / ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Author contribution.** Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of 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.

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции и подготовку статьи,

прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

**Funding source.** Not specified.

**Источник финансирования.** Не указан.

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

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

**Consent for publication.** Written consent (signed 10.02.2023) was obtained from the patient for publication of relevant medical information and all of accompanying images within the manuscript.

**Информированное согласие на публикацию.** Авторы получили письменное согласие пациента на публикацию его медицинских данных и фотографий (дата получения согласия: 10.02.2023).

## REFERENCES

- Balogh Z, King KL, Mackay P, et al. The epidemiology of pelvic ring fractures: a population-based study. *J Trauma*. 2007;63(5):1066–1073. doi: 10.1097/TA.0b013e3181589fa4
- Burgess AR, Eastridge BJ, Young JW, et al. Pelvic ring disruptions: effective classification system and treatment protocols. *J Trauma*. 1990;30(7):848–856.
- Bents RT, France JC, Glover JM, Kaylor KL. Traumatic spondylopelvic dissociation. A case report and literature review. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1996;21(15):1814–1819. doi: 10.1097/00007632-199608010-00020
- Cody JP, Kang DG, Lehman RA Jr. Combat-related lumbopelvic dissociation treated with percutaneous sacroiliac screw placement. *Spine J*. 2012;12(9):858–859. doi: 10.1016/j.spinee.2011.05.015
- Lykomyros VA, Papavasiliou KA, Alzeer ZM, et al. Management of traumatic sacral fractures: a retrospective case-series study and review of the literature. *Injury*. 2010;41(3):266–272. doi: 10.1016/j.injury.2009.09.008
- Markel DC, Raskas DS, Graziano GP. A case of traumatic spino-pelvic dissociation. *J Orthop Trauma*. 1993;7(6):562–566. doi: 10.1097/00005131-199312000-00013
- Martin CT, Witham TF, Kebaish KM. Sacropelvic fixation: two case reports of a new percutaneous technique. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011;36(9):E618–E621. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181f79aba
- Gudushauri YaG. *Operativnoe lechenie oslozhnennykh perelomov kostei taza* [dissertation]. Moscow; 2016.
- Gänsslen A, Pohlemann T, Paul C, Lobenhoffer P, Tschernig H. Epidemiology of pelvic ring injuries. *Injury*. 1996;27 Suppl 1:S-A13–20.
- Pennal GF, Tile M, Waddell JP, Garside H. Pelvic disruption: assessment and classification. *Clin Orthop Relat Res*. 1980;(151):12–21.
- Bucholz RW. The pathological anatomy of Malgaigne fracture-dislocations of the pelvis. *J Bone Joint Surg Am*. 1981;63(3):400–404.
- Cherkes-Zade DI, Lazarev AF. *Operativnoe lechenie zastarelykh povrezhdenii tazovogo kol'tsa: metodicheskie rekomendatsii*. Moscow; 2004.
- Donchenko SV, Dubrov VE, Slinyakov LY, et al. Surgical Treatment For Unstable Pelvic Ring Injuries. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2013;20(4):9–16. doi: 10.17816/vto2013049-16
- Majeed SA. Grading the outcome of pelvic fracture. *J Bone Joint Surg Br*. 1989;71(2):304–306.
- Shlykov IL. *Operativnoe lechenie bol'nykh s posledstviyami povrezhdenii tazovogo kol'tsa* [dissertation]. Ekaterinburg, 2004.
- Smirnov AA. Surgical Treatment Of Vertically Unstable Injuries Of The Pelvis (Type C According Ao Classification). *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2012;1(63):73–76.
- Enninghorst N, Toth L, King KL, et al. Acute definitive internal fixation of pelvic ring fractures in polytrauma patients: a feasible option. *J Trauma*. 2010;68(4):935–941. doi: 10.1097/TA.0b013e3181d27b48
- Kolesnik AI, Dokalin AY, Solodilov IM, et al. Restrospective Analysis of Therapeutic and Surgical Management Outcomes in Patients with Hip Injuries. *Kursk Scientific and Practical Bulletin Man and His Health*. 2017;(2):17–23. doi: 10.21626/vestnik/2017-2/03
- Stover MD, Edelstein AI, Matta JM. Chronic Anterior Pelvic Instability: Diagnosis and Management. *J Am Acad Orthop Surg*. 2017;25(7):509–517. doi: 10.5435/JAAOS-D-15-00338
- Shlykov IL. Variants of surgical techniques in dependence on the type of pelvic ring fracture. *Perm Medical Journal*. 2009;26(6):50–53.
- Grishchuk AN, Puseva ME, Tishkov NV, Vasilyev VYu. Operative Treatment of Old and Inveterate Bilateral Rotary-Unstable Pelvis Injuries (Review of Literature). *Bulletin of the East Siberian Scientific Center SB RAMS*. 2010;(5):222–232.
- Solod EI, Lazarev AF, Petrovskiy RA, et al. Potentialities of low invasive fixation of the anterior pelvic ring with threaded pin. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2018;25(3–4):6–11. (In Russ). doi: 10.17116/vto201803-0416

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Balogh Z., King K.L., Mackay P., et al. The epidemiology of pelvic ring fractures: a population-based study // *J Trauma*. 2007. Vol. 63, N 5. P. 1066–1073. doi: 10.1097/TA.0b013e3181589fa4
- Burgess A.R., Eastridge B.J., Young J.W., et al. Pelvic ring disruptions: effective classification system and treatment protocols // *J Trauma*. 1990. Vol. 30, N 7. P. 848–856.
- Bents R.T., France J.C., Glover J.M., Kaylor K.L. Traumatic spondylopelvic dissociation. A case report and literature review // *Spine (Phila Pa 1976)*. 1996. Vol. 21, N 15. P. 1814–1819. doi: 10.1097/00007632-199608010-00020
- Cody J.P., Kang D.G., Lehman R.A. Jr. Combat-related lumbopelvic dissociation treated with percutaneous sacroiliac

- screw placement // *Spine J.* 2012. Vol. 12, N 9. P. 858–859. doi: 10.1016/j.spinee.2011.05.015
5. Lykomiros V.A., Papavasiliou K.A., Alzeer Z.M., et al. Management of traumatic sacral fractures: a retrospective case-series study and review of the literature // *Injury.* 2010. Vol. 41, N 3. P. 266–272. doi: 10.1016/j.injury.2009.09.008
6. Markel D.C., Raskas D.S., Graziano G.P. A case of traumatic spino-pelvic dissociation // *J Orthop Trauma.* 1993. Vol. 7, N 6. P. 562–566. doi: 10.1097/00005131-199312000-00013
7. Martin C.T., Witham T.F., Kebaish K.M. Sacropelvic fixation: two case reports of a new percutaneous technique // *Spine (Phila Pa 1976).* 2011. Vol. 36, N 9. P. E618–E621. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181f79aba
8. Гудушаури Я.Г. Оперативное лечение осложненных переломов костей таза: дис. ... д-ра мед. наук. Москва, 2016.
9. Gänsslen A., Pohlemann T., Paul C., Lobenhoffer P., Tschernke H. Epidemiology of pelvic ring injuries // *Injury.* 1996. Vol. 27, Suppl 1. P. S-A13-20.
10. Pennal G.F., Tile M., Waddell J.P., Garside H. Pelvic disruption: assessment and classification // *Clin Orthop Relat Res.* 1980. N 151. P. 12–21.
11. Bucholz R.W. The pathological anatomy of Malgaigne fracture-dislocations of the pelvis // *J Bone Joint Surg Am.* 1981. Vol. 63, N 3. P. 400–404.
12. Черкес-Заде Д.И., Лазарев А.Ф. Оперативное лечение осложнённых переломов костей таза: методические рекомендации. Москва, 2004.
13. Донченко С.В., Дубров В.Э., Слияков Л.Ю., и др. Алгоритм хирургического лечения нестабильных повреждений тазового кольца // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2013. Т. 20, № 4. С. 9–16. doi: 10.17816/vto2013049-16
14. Majeed S.A. Grading the outcome of pelvic fracture // *J Bone Joint Surg Br.* 1989. Vol. 71, N 2. P. 304–306.
15. Шлыков И.Л. Оперативное лечение больных с последствиями повреждений тазового кольца: дис. ... канд. мед. наук. Екатеринбург, 2004.
16. Смирнов А.А. Оперативное лечение вертикально-нестабильных повреждений таза (тип С по классификации AO) // *Травматология и ортопедия России.* 2012. Т. 18, № 1. С. 73–76. doi: 10.21823/2311-2905-2012-0-1-81-88
17. Enninghorst N., Toth L., King K.L., et al. Acute definitive internal fixation of pelvic ring fractures in polytrauma patients: a feasible option // *J Trauma.* 2010. Vol. 68, N 4. P. 935–941. doi: 10.1097/TA.0b013e3181d27b48
18. Колесник А.И., Докалин А.Ю., Солодилов И.М., и др. Ретроспективный анализ результатов консервативного и оперативного лечения больных с повреждениями таза // *Курский научно-практический вестник Человек и его здоровье.* 2017. № 2. С. 17–23. doi: 10.21626/vestnik/2017-2/03
19. Stover M.D., Edelstein A.I., Matta J.M. Chronic Anterior Pelvic Instability: Diagnosis and Management // *J Am Acad Orthop Surg.* 2017. Vol. 25, N 7. P. 509–517. doi: 10.5435/JAAOS-D-15-00338
20. Шлыков И.Л. Варианты хирургической техники в зависимости от вида деформации таза // *Пермский медицинский журнал.* 2009. Т. 26, № 6. С. 50–53.
21. Гришук А.Н., Пусева М.Э., Тишков Н.В., Васильев В.Ю. Оперативное лечение несвежих и застарелых двусторонних ротационно-нестабильных повреждений таза (обзор литературы) // *Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра СО РАМН.* 2010. № 5. С. 222–232.
22. Солод Э.И., Лазарев А.Ф., Петровский Р.А., и др. Возможности малоинвазивной фиксации переднего отдела тазового кольца спицей с нарезкой // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2018. Т. 25, № 3–4. С. 6–11. <https://doi.org/10.17116/vto201803-0416>

## AUTHORS INFO

**Aleksandr A. Kuleshov**, MD, Dr. Sci. (Med.), professor, traumatologist-orthopedist;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9526-8274>;  
eLibrary SPIN: 7052-0220;  
e-mail: cito-spine@mail.ru

**\*Nikolay A. Aganesov**,  
traumatologist-orthopedist;  
address: 10 Priorova Str., 127299, Moscow, Russia;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5383-6862>;  
eLibrary SPIN: 1805-5790;  
e-mail: kolyanzer@yandex.ru

**Marchel S. Vetrile**, MD, Cand. Sci. (Med.),  
traumatologist-orthopedist;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6689-5220>;  
eLibrary SPIN: 9690-5117;  
e-mail: vetrilams@cito-priorov.ru

**Anatoly F. Lazarev**, MD, Dr. Sci. (Med.), professor,  
traumatologist-orthopedist;  
e-mail: lazarev.anatoly@gmail.com

## ОБ АВТОРАХ

**Кулешов Александр Алексеевич**, д.м.н, профессор,  
врач – травматолог-ортопед;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9526-8274>;  
eLibrary SPIN: 7052-0220;  
e-mail: cito-spine@mail.ru

**\*Аганесов Николай Александрович**,  
врач – травматолог-ортопед;  
адрес: Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, д. 10;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5383-6862>;  
eLibrary SPIN: 1805-5790;  
e-mail: kolyanzer@yandex.ru

**Ветрилэ Марчел Степанович**, к.м.н,  
врач – травматолог-ортопед;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6689-5220>;  
eLibrary SPIN: 9690-5117;  
e-mail: vetrilams@cito-priorov.ru

**Лазарев Анатолий Фёдорович**, д.м.н, профессор,  
врач – травматолог-ортопед;  
e-mail: lazarev.anatoly@gmail.com

**Yago G. Gudushauri**, MD, Dr. Sci. (Med.),  
traumatologist-orthopedist;  
e-mail: gogich71@mail.ru

**Eduard I. Solod**, MD, Dr. Sci. (Med.), professor,  
traumatologist-orthopedist;  
eLibrary SPIN: 4964-3457;  
e-mail: doctorsolod@mail.ru

**Igor N. Lisyansky**, MD, Cand. Sci. (Med.),  
traumatologist-orthopedist;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2479-4381>;  
eLibrary SPIN: 9845-1251;  
e-mail: lisigornik@list.ru

**Sergey N. Makarov**, MD, Cand. Sci. (Med.),  
traumatologist-orthopedist;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0406-1997>;  
eLibrary SPIN: 2767-2429;  
e-mail: moscow.makarov@gmail.com

**Гудушаури Яго Гогиевич**, д.м.н.,  
врач – травматолог-ортопед;  
e-mail: gogich71@mail.ru

**Солод Эдуард Иванович**, д.м.н., профессор,  
врач – травматолог-ортопед;  
eLibrary SPIN: 4964-3457;  
e-mail: doctorsolod@mail.ru

**Лисянский Игорь Николаевич**, к.м.н.,  
врач – травматолог-ортопед;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2479-4381>;  
eLibrary SPIN: 9845-1251;  
e-mail: lisigornik@list.ru

**Макаров Сергей Николаевич**, к.м.н.,  
врач – травматолог-ортопед;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0406-1997>;  
eLibrary SPIN: 2767-2429;  
e-mail: moscow.makarov@gmail.com

\* Corresponding author / Автор, ответственный за переписку

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto109955>

# Тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава в лечении поздних стадий остеонекроза головки бедренной кости и остеоартрита: результаты и осложнения

М.А. Панин<sup>1,2</sup>, Н.В. Загородний<sup>2,3</sup>, А.В. Бойко<sup>2</sup>, А.С. Петросян<sup>1</sup><sup>1</sup> Городская клиническая больница № 17, Москва, Российская Федерация;<sup>2</sup> Российский университет дружбы народов, Москва, Российская Федерация;<sup>3</sup> НИИЦ травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Москва, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Введение.** В настоящее время тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава (ТЭТС) является методом выбора при лечении поздних стадий остеонекроза головки бедренной кости (ОГБК) и остеоартрита (ОА) тазобедренного сустава.

**Цель.** Оценить эффективность и структуру осложнений ТЭТС при поздних стадиях ОГБК и ОА.

**Материалы и методы.** В исследование были включены 74 пациента, которым выполнено первичное ТЭТС по поводу остеоартрита ОА III–IV ст. (по классификации Kellgren и Lawrence) и по поводу ОГБК III–IV ст. (по классификации ARCO). В группу 1 были включены 34 пациента с III–IV ст. ОГБК, в группу 2 — 40 человек с ОА тазобедренного сустава III–IV ст. Группы были сопоставимы по гендерному составу и возрасту пациентов. Всем пациентам имплантацию компонентов эндопротеза выполняли при помощи press-fit-фиксации с парой трения металл–полиэтилен. Результаты лечения оценивали с учётом частоты развития осложнений и функциональных результатов через 3 и 6 мес, 1 и 3 года после ТЭТС.

**Результаты.** В нашем исследовании выживаемость компонентов после ТЭТС в течение 3 лет после имплантации составила 100%. Ни в одной из групп не было выявлено наблюдений с перипротезным переломом, перипротезной инфекцией, асептической нестабильностью компонентов эндопротеза. Поверхностное воспаление послеоперационной раны было обнаружено у 1 (2,9%) пациента в группе с ОГБК и у 1 (2,5%) человека с ОА. Вывих эндопротеза произошёл у 1 пациента с ОГБК, в группе с ОА подобных наблюдений зафиксировано не было. Частота периимплантного остеолита в группе ОГБК составила 5,8% и была вдвое ниже (2,5%) у пациентов с ОА. Статистически значимых различий в динамике функциональных результатов до и после операции между группами выявлено не было (оценка по шкале Harris). Средний балл по шкале Harris у пациентов с ОГБК составил 63 и достиг 94 через 3 года. Аналогичные показатели в группе с ОА составили 58 и 94 соответственно.

**Заключение.** ТЭТС является безальтернативным методом лечения тяжёлых форм заболеваний тазобедренного сустава. Эндопротезирование с применением эндопротеза бесцементной фиксации с парой трения металл–полиэтилен продемонстрировало высокую эффективность, а также малое число осложнений среди пациентов с ОГБК и ОА. Нами не обнаружено значимой разницы в результатах ТЭТС с точки зрения выживаемости, послеоперационных осложнений и функционального результата у пациентов с ОГБК и ОА. Целесообразно более длительное послеоперационное наблюдение за пациентами, что, возможно, позволит установить некоторые различия в результатах лечения.

**Ключевые слова:** тазобедренный сустав; остеонекроз головки бедренной кости; остеоартрит; эндопротезирование тазобедренного сустава.

## Как цитировать:

Панин М.А., Загородний Н.В., Бойко А.В., Петросян А.С. Тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава в лечении поздних стадий остеонекроза головки бедренной кости и остеоартрита: результаты и осложнения // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2022. Т. 29, № 4. С. 345–353. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto109955>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto109955>

# Total hip arthroplasty in the treatment of severe stages of osteonecrosis of the femoral head and osteoarthritis: results and complications

Mikhail A. Panin<sup>1,2</sup>, Nikolay V. Zagorodniy<sup>2,3</sup>, Andrey V. Boiko<sup>2</sup>, Armenak S. Petrosyan<sup>1</sup>

<sup>1</sup> City Clinical Hospital N 17, Moscow, Russia;

<sup>2</sup> Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia;

<sup>3</sup> Priorov National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** Nowadays total hip arthroplasty (THA) is the method of choice for the treatment of late stages osteonecrosis of the femoral head (OFH) and osteoarthritis (OA) of the hip joint.

**OBJECTIVE:** To evaluate the efficacy and complication pattern of THA in late stages of OFH and OA.

**MATERIALS AND METHODS:** The study included 74 patients who underwent primary THA for OA stages III–IV (Kellgren and Lawrence classification) and for OFH stages III–IV (ARCO classification). Group 1 included 34 patients with OFH stages III–IV, and group 2 — 40 patients with OA stages III–IV. The groups were comparable by gender and age. All patients underwent implantation of endoprosthesis components using press-fit fixation with a metal–polyethylene articulation. Treatment results were assessed with regard to the incidence of complications and functional results at 3, 6 months, 1 and 3 years after THA.

**RESULTS:** In our study, the survival rate of components after THA within 3 years after implantation was 100%. No cases of periprosthetic fracture, periprosthetic infection, and aseptic instability of endoprosthesis components were observed in both groups. The surface inflammation of the postoperative wound was detected in 1 (2.9%) patient in the OFH group and in 1 (2.5%) patient in OA group. Dislocation of the endoprosthesis occurred in 1 patient with OFH; there were no such findings in the OA group. The frequency of peri-implant osteolysis was twice lower (2.5%) in patients with OA compared to OFH group (5.8%). There were no statistically significant differences in the functional results dynamics before and after surgery between the groups (Harris score). The average Harris scale score in patients with OFH was 63 and reached 94 after 3 years; in OA group — 58 and 94, respectively.

**CONCLUSION:** THA is an alternative method in the treatment of severe hip arthroplasty. Endoprosthetics using a cementless endoprosthesis with a metal–polyethylene articulation demonstrated high efficacy as well as a low number of complications among patients with OFH and OA. We found no significant difference in THA results in terms of survival, postoperative complications, and functional outcome in patients with OFH and OA. Longer postoperative follow-up is advisable, which may allow us to establish some differences in treatment outcomes.

**Keywords:** hip joint; osteonecrosis of the femoral head; osteoarthritis; total hip arthroplasty.

## To cite this article:

Panin MA, Zagorodniy NV, Boiko AV, Petrosyan AS. Total hip arthroplasty in the treatment of severe stages of osteonecrosis of the femoral head and osteoarthritis: results and complications. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2022;29(4):345–353. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto109955>

## ВВЕДЕНИЕ

Остеонекроз головки бедренной кости (ОГБК) — заболевание, при котором вследствие нарушения кровоснабжения происходит гибель костных клеток, что приводит к разрушению головки бедренной кости и развитию вторичного остеоартрита (ОА) [1]. В настоящее время патофизиологические механизмы развития ОГБК до конца не изучены, но известно, что длительное использование глюкокортикостероидов и употребление алкоголя являются наиболее часто встречающимися патогенетическими факторами [2].

Частота встречаемости ОГБК в популяции неизвестна. По данным J.M. Yin и соавт., в Китае общее число больных остеонекрозом достигло 7 млн, и каждый год выявляется 100–200 тыс. заболеваний ОГБК *de novo* [3]. В США ежегодно диагностируют 15–20 тыс. новых случаев ОГБК [4].

В литературе описано более 15 различных классификаций ОГБК, большинство из которых основаны на данных рентгенографии и магнитно-резонансной томографии. Классификации позволяют стадировать процесс и определить возможные варианты лечения. На ранних стадиях ОГБК может быть применено консервативное или хирургическое лечение (различные варианты декомпрессии очага некроза). Результаты сравнения В.Н. Уооп и соавт. консервативного и миниинвазивного хирургического лечения (прогрессирование некроза, необходимость в тотальном эндопротезировании) у больных с ранними стадиями ОГБК оказались сопоставимыми [5]. Однако многие специалисты отмечают, что хирургическое лечение имеет некоторые преимущества перед консервативным [6]. Следует учитывать, что декомпрессия очага некроза в сочетании с различными клеточными технологиями считается оптимальным методом лечения при I или II стадии (ст.) заболевания по классификации ARCO (Association Research Circulation Osseous) и неэффективным — при лечении III и IV ст. [7, 8].

Тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава (ТЭТС) показано на поздних стадиях остеонекроза, то есть когда произошли коллапс головки бедренной кости и, как следствие, формирование вторичного ОА [9, 10]. В настоящее время ТЭТС является наиболее широко используемым хирургическим методом при лечении аваскулярного некроза головки бедренной кости III–IV ст. по классификации ARCO [11]. ТЭТС — это ведущий метод лечения поздних стадий не только ОГБК, но и ОА; проводятся исследования эффективности этого вида хирургического вмешательства при указанных выше нозологических единицах. В популяционном исследовании продемонстрировано, что число выполненных ТЭТС быстро растёт [12]. При этом следует отметить, что большинство плановых ТЭТС проводится при ОА и лишь небольшая часть (<5%) — при ОГБК [13].

По данным С.У. Ng и соавт., ТЭТС обеспечивает значительное улучшение функции сустава, качества

жизни и снижение интенсивности болевого синдрома у пациентов, страдающих первичным и вторичным ОА III–IV ст. [14]. Такие же результаты приводят В.В. Min и соавт. и Y. Osawa и соавт., сообщающие об улучшении результатов ТЭТС в последние годы [15, 16]. В то же время, по данным некоторых авторов, эффективность ТЭТС при ОГБК ниже, чем при ОА [13].

**Цель исследования** — оценить эффективность и структуру осложнений ТЭТС при поздних стадиях ОГБК и ОА.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

### Дизайн исследования

Проведено проспективное когортное исследование.

### Условия проведения

Исследование проведено в период с 2016 по 2018 год на базе ГБУЗ «ГКБ № 17» и ГБУЗ «ГКБ № 31» г. Москвы.

### Критерии соответствия

*Критерии включения:*

- проведение ТЭТС с использованием идентичных компонентов эндопротеза бесцементной фиксации (компания DePuy Synthes, США; ножка Corail, чашка Pinnacle) с парой трения металл–полиэтилен;
- возраст до 65 лет;
- отсутствие тяжёлой сопутствующей патологии, значительно влияющей на физическую активность;
- возможность осуществления оценки ближайших и отдалённых результатов лечения пациента.

*Критерии исключения:*

- посттравматический ОА;
- воспалительные заболевания тазобедренного сустава (ревматоидный артрит, артрит на фоне системной красной волчанки, туберкулёза и т.п.);
- использование компонентов эндопротеза с другим типом фиксации и парой трения;
- костные дефекты вертлужной впадины, проксимального отдела бедренной кости, требующие применения костной пластики или различных аугментов.

### Методы оценки целевых показателей

Все пациенты были проконсультированы врачом травматологом-ортопедом в амбулаторных условиях. Предоперационное обследование пациентов включало оценку функционального состояния тазобедренного сустава по шкале Harris Hip Score (HHS). Всем пациентам проводили стандартную рентгенографию костей таза и бедренных костей. Для уточнения диагноза в ряде случаев применяли компьютерную и магнитно-резонансную томографию. Особое внимание уделяли тщательному предоперационному планированию эндопротезирования тазобедренного сустава. При помощи фирменных

шаблонов компании DePuy Synthes выполняли подбор оптимальных компонентов эндопротеза тазобедренного сустава.

### Анализ в подгруппах

Пациенты были разделены на 2 группы (34 и 40 человек) в зависимости от показаний к ТЭТС (ОГБК или ОА тазобедренного сустава III–IV ст.).

### Описание медицинского вмешательства

Все операции выполняли под комбинированной спинально-эпидуральной анестезией. Применяли боковую доступ в модификации K. Hardinge в положении на здоровом боку. Имплантацию компонентов эндопротеза осуществляли при помощи press-fit-фиксации, в случае необходимости вертлужный компонент фиксировали спонгиозными винтами. У всех пациентов была использована бесцементная ножка (Corail), бесцементная чашка (Pinnacle), 32-миллиметровая металлическая головка и полиэтиленовый вкладыш с 10-градусным козырьком.

Средняя продолжительность операций ТЭТС была несколько выше у пациентов с ОА и составила  $85 \pm 14$  мин vs  $75 \pm 12$  мин у пациентов с ОГБК ( $p > 0,05$ ).

Послеоперационное ведение пациентов осуществляли по единому протоколу. На протяжении 1-х сут после оперативного вмешательства пациентов наблюдали в отделении реанимации. Профилактику тромбоэмболических осложнений проводили путём применения антикоагулянтов на протяжении всего периода стационарного лечения, а также использования компрессионного трикотажа в послеоперационном периоде. Профилактику инфекционных осложнений осуществляли с помощью интраоперационного введения антибактериальных препаратов (цефалоспорины I поколения). Антибактериальная терапия продолжалась в течение первых 3 сут после операции. Через 24–36 ч начинали активизацию пациентов при помощи средств дополнительной опоры с дозированной нагрузкой на оперированную нижнюю конечность, а также проводили занятия с инструктором по лечебной физической культуре.

Оценка эффективности ТЭТС включала сопоставление частоты осложнений (перипротезный перелом, нестабильность компонентов эндопротеза, воспалительные осложнения, вывих эндопротеза и другие) и функциональных результатов в до- и послеоперационном периоде (по HHS) во время контрольных визитов пациентов обеих групп через 3 и 6 мес, 1 и 3 года после ТЭТС. В те же временные промежутки выполняли рентгенограммы тазобедренного сустава в прямой и боковой проекции.

При анализе рентгенограмм особое внимание уделяли наличию периимплантного остеолита и возможной миграции компонентов эндопротеза. У всех пациентов осуществляли оценку частоты ближайших и отдалённых осложнений, а также необходимости проведения повторных хирургических вмешательств.

### Этическая экспертиза

Всеми пациентами было подписано информированное добровольное согласие на участие в исследовании. Проведение исследования одобрено Локальным этическим комитетом ГБУЗ «ГКБ № 17» ДЗМ.

### Статистический анализ

Размер выборки обусловлен проходимостью отделения за указанные годы исследования, предварительный расчёт размера выборки не производили. Статистический анализ проведён в программном пакете Statistica v.13 (StatSoft Inc., США). Для определения соответствия распределения количественных данных нормальному закону использовали тест Шапиро–Уилка. Числовые данные в статье, отражающие результаты исследований, представлены в виде  $M \pm m$ , где  $M$  — среднее значение,  $m$  — стандартное отклонение; для порядковых переменных приведены частоты значений и доли (%) относительно числа валидных наблюдений и путём сравнения количественных и качественных признаков в исследуемых группах пациентов. Сравнение двух независимых групп для количественных данных выполнялось с помощью критерия Манна–Уитни ( $U$ -тест). Уровень пороговой статистической значимости ( $p$ ) принимали меньше либо равным 0,05 ( $p < 0,05$ ).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

### Участники исследования

В исследование были включены 74 пациента, которым выполнили первичное ТЭТС по поводу ОА III–IV ст. (по классификации Kellgren и Lawrence) и по поводу ОГБК III–IV ст. (по классификации ARCO).

Пациенты были разделены на 2 группы: группу 1 составили 34 пациента с III–IV ст. ОГБК, в группу 2 вошли 40 человек с ОА тазобедренного сустава III–IV ст. В табл. 1 приведены некоторые характеристики пациентов обеих групп.

При сопоставлении клинических характеристик пациентов 2 групп были обнаружены ожидаемые значимые различия. Так, средний возраст пациентов с ОГБК был статистически значимо ниже: 41,12 года vs 60,87 года в группе с ОА. При ОГБК доля пациентов мужского пола была в 3 раза выше, чем среди пациентов с ОА. Значимые различия также касались частоты двустороннего поражения тазобедренного сустава: 67,6% при остеонекрозе и 40% — при ОА. Средняя оценка по шкале Harris в группе пациентов с ОГБК составила 62,74, в группе ОА тазобедренного сустава — 58,03 баллов ( $p < 0,05$ ). У 12/34 пациентов группы 1 (ОГБК) за 2–5 лет до ТЭТС было выполнено хирургическое лечение в объёме декомпрессии очага некроза головки бедренной кости.

### Основные результаты исследования

Выживаемость эндопротеза, а именно отсутствие необходимости полной или частичной замены компонентов эндопротеза, является важнейшим показателем успешности эндопротезирования тазобедренного сустава.

В нашем исследовании выживаемость компонентов после ТЭТС в течение 3 лет после имплантации составила 100%. По данным литературы, так же как и в настоящем исследовании, выживаемость компонентов эндопротеза на протяжении 2 последних десятилетий приближается к 100%, что объясняется усовершенствованием имплантов и хирургической техники [9, 17].

Нами не установлено различий в частоте выживаемости эндопротеза при ОГБК (100%) и ОА (100%). Аналогичные данные приводят С. J. Ortigueira и соавт., отметившие, что частота ревизионных вмешательств после ТЭТС была сопоставимой у пациентов одинакового возраста и пола при ОГБК и ОА [9]. В то же время S. Saito и соавт. при оценке выживаемости компонентов эндопротеза сообщили, что частота ревизионных операций после цементного ТЭТС значительно выше при ОГБК, чем при ОА. [18]. В нашем исследовании использовались только эндопротезы бесцементной фиксации, в связи с чем нам более интересны данные D. Ancelin и соавт., также применявших бесцементные эндопротезы тазобедренного сустава. В отличие от данных, полученных нами, эти авторы указывали на несколько более высокую частоту выживаемости бесцементных эндопротезов, установленных по поводу ОА, в сравнении с ОГБК [19]. Вероятно, различия в результатах обусловлены более длительным (10 лет) периодом наблюдения, чем в нашем исследовании.

При анализе частоты развития осложнений в раннем и позднем послеоперационном периоде нами установлено, что частота осложнений была минимальной как в группе ОГБК, так и в группе ОА. Ни в одной из групп не зафиксировано наблюдений с перипротезным переломом, перипротезной

инфекцией, асептической нестабильностью компонентов эндопротеза, и, соответственно, ни в одном наблюдении не потребовалось проведения ревизионной операции.

Нами зарегистрированы следующие осложнения после ТЭТС: поверхностное воспаление послеоперационной раны, вывих эндопротеза, периимплантный остеолит, частота которых среди пациентов с ОГБК составила 11,6% и была вдвое ниже среди пациентов с ОА (5,0%; табл. 2).

В работе R. Egi van и соавт. указано на более высокую частоту осложнений после ТЭТС в связи с остеонекрозом головки бедра III и IV ст. (22,2%) в течение 13-летнего срока наблюдения [20]. Более низкую частоту осложнений отмечают Y. Osawa и соавт., указывая на 5% осложнений в группе ОГБК и 3% — в группе ОА [16].

Как отмечено выше, частота осложнений в группе ОГБК была вдвое выше в сравнении с группой ОА (11,6% vs 5%). На аналогичную закономерность указывает большинство исследователей [21, 22]. Мы согласны с мнением многих авторов, которые объясняют такую тенденцию более молодым возрастом пациентов с ОГБК и, следовательно, их значимо более высокой двигательной активностью в послеоперационном периоде [19, 23].

Интересными представляются данные аналитического обзора M. Betsch и соавт., посвященного анализу осложнений эндопротезирования тазобедренного сустава по поводу асептического некроза головки бедренной кости. Авторы указывают на изменение доли осложнений ТЭТС при ОГБК и ОА в историческом аспекте. Если до 2000-х гг. все исследователи отмечали более высокую частоту осложнений ТЭТС среди пациентов с ОГБК в сравнении с пациентами с ОА тазобедренного сустава,

**Таблица 1.** Клинико-демографическая характеристика пациентов, участвовавших в исследовании

**Table 1.** Clinical and demographic characteristics of patients participating in the study

Характеристика	Группа 1 (ОГБК), n=34	Группа 2 (ОА), n=40	Статистическая значимость различий
Средний возраст, лет	41,12±3,015 (95% CI)	60,87±1,71 (95% CI)	U-критерий Манна-Уитни, p=0,000000000042865
Соотношение мужчины / женщины	3,68	1,16	Критерий χ <sup>2</sup> , p=0,027
Двусторонний процесс, n (%)	23 (67,6)	16 (40)	Критерий χ <sup>2</sup> , p=0,018
Оценка по шкале Harris до операции, баллы	62,74±1,06 (95% CI)	58,03±0,595 (95% CI)	U-критерий Манна-Уитни, p=0,0000002417

*Примечание.* ОГБК — остеонекроз головки бедренной кости, ОА — остеоартрит, CI — доверительный интервал.

*Note.* ОГБК — osteonecrosis of the femoral head, ОА — osteoarthritis, CI — confidence interval.

**Таблица 2.** Осложнения после тотального эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов, участвовавших в исследовании

**Table 2.** Complications after total hip arthroplasty in patients participating in the study

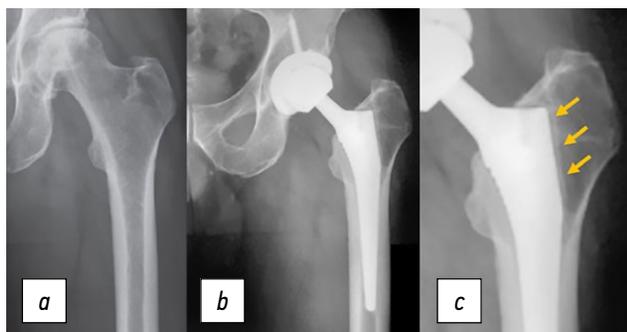
Осложнение	Группа 1, ОГБК (n=34)	Группа 2, ОА (n=40)
Поверхностная инфекция, n (%)	1 (2,9)	1 (2,5)
Вывихи эндопротеза, n (%)	1 (2,9)	0 (0)
Периимплантный остеолит, n (%)	2 (5,8)	1 (2,5)

то в последние 2 десятилетия отмечается тенденция к выравниванию доли осложнений [24].

Поверхностное воспаление послеоперационной раны было выявлено нами у 2 пациентов, по одному из каждой группы (2,9% в группе ОГБК, 2,5% — в группе ОА). Воспалительный процесс был купирован пероральным приёмом антибиотиков, необходимости в санации и ревизионной операции не возникло. На отсутствие статистически значимых различий в частоте воспалительных осложнений после ТЭТС среди пациентов с ОГБК и ОА указывают и другие авторы [19, 21].

В настоящем исследовании вывих эндопротеза произошёл лишь у 1 пациента 32 лет из группы ОГБК в связи с нарушением послеоперационных рекомендаций. Пациент приступил к тренировкам в тренажёрном зале через 2 мес после ТЭТС, вывих случился во время приседания со штангой весом 40 кг. В срочном порядке было выполнено закрытое вправление вывиха под рентгенологическим контролем, подтвердившим стабильность сустава; компьютерная томограмма тазобедренного сустава продемонстрировала корректное положение компонентов эндопротеза. Пациенту было рекомендовано строгое соблюдение ортопедического режима; при контрольном осмотре через 12 мес после вправления вывиха клинических и рентгенологических осложнений не обнаружено.

По данным С.Ж. Ortiguea и соавт., вывихи головки эндопротеза встречаются несколько чаще при ОГБК, чем при ОА [9]. Также D. Anceilin и соавт. сообщили, что частота ревизионных операций по поводу вывиха была значительно выше среди пациентов с ОГБК, чем среди пациентов с ОА [19]. У пациентов с остеонекрозом значительно реже встречается контрактура тазобедренного сустава по сравнению с больными ОА. Кроме того, более молодые пациенты с ОГБК более физически активны, что повышает риск вывиха эндопротеза [9].



**Рис. 1.** *a* — рентгенограмма пациента 39 лет с остеонекрозом головки бедренной кости III ст. *b* — рентгенограмма через 30 мес после тотального эндопротезирования тазобедренного сустава. *c* — стрелка указывает на зону остеолитического разрушения вокруг проксимального отдела ножки эндопротеза.

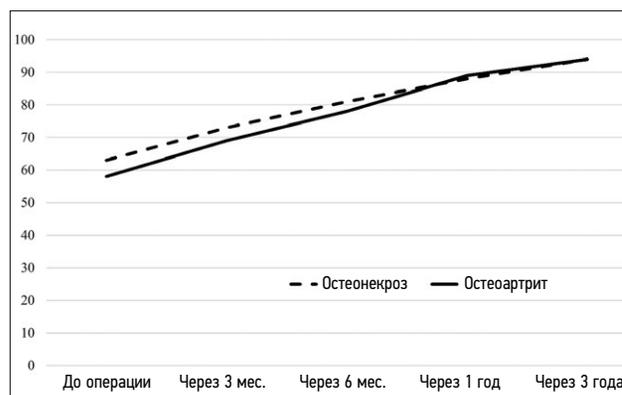
**Fig. 1.** *a* — radiograph of a 39-year-old patient with grade III osteonecrosis of the femoral head. *b* — radiograph 30 months after total hip arthroplasty. *c* — the arrow indicates the zone of osteolysis around the proximal endoprosthesis stem.

Что касается периимплантного остеолитического разрушения, то его частота в группе ОГБК составила 5,8% и была вдвое ниже (2,5%) среди пациентов с ОА. У всех пациентов с данным осложнением зона остеолитического разрушения была обнаружена вокруг бедренного компонента эндопротеза. Этот факт, вероятно, обусловлен нарушением кровоснабжения проксимального отдела бедренной кости вследствие остеонекроза головки бедренной кости [25]. Важно отметить, что эти осложнения были диагностированы только рентгенологически и не сопровождались клиническими проявлениями (рис. 1).

Важным показателем эффективности ТЭТС является динамика оценки функционального состояния тазобедренного сустава (ННС) [26, 27]. У всех пациентов после ТЭТС, независимо от характера заболевания сустава, отмечался прогрессивный рост балльной оценки, свидетельствующий о высокой эффективности хирургического вмешательства (рис. 2).

В нашем исследовании функциональные результаты (ННС) в обеих группах статистически значимо не различались как до операции, так и через 3 года после вмешательства, когда более 95% пациентов вернулись к привычным физическим нагрузкам. Средний балл оценки по шкале Harris у пациентов с ОГБК до операции составил 62,73, вырос до 80,65 через полгода и достиг 93,88 через 3 года. Аналогичная положительная динамика наблюдалась и у пациентов с ОА: средний балл по шкале Harris составил 58,025, 78,48 и 93,65 до, через полгода и через 3 года после ТЭТС соответственно.

Необходимо отметить, что функциональные показатели пациентов с ОГБК через 3 и 6 мес после ТЭТС были выше, чем у пациентов с ОА (через 3 мес  $p=0,000001753$ ; через 6 мес  $p=0,0005362$ ). Вероятно, это связано с более молодым возрастом, отсутствием, как правило, выраженных изменений вертлужной впадины и контрактуры тазобедренного сустава до операции у пациентов с ОГБК.



**Рис. 2.** Динамика функционального состояния тазобедренного сустава (ННС) у пациентов с остеонекрозом головки бедренной кости и остеоартритом.

**Fig. 2.** Dynamics of the the hip joint (HNS) functional state in patients with Osteonecrosis of the femoral head and osteoarthritis.

Y. Osawa и соавт., в отличие от нас, показали, что функциональные результаты после ТЭТС хуже у пациентов с ОГБК, чем у больных ОА. Авторы объясняют это высокой частотой двустороннего поражения головки бедренной кости при остеонекрозе [16]. Сходные данные получены и другими авторами [18].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ТЭТС является безальтернативным методом лечения тяжёлых форм заболеваний тазобедренного сустава. Эндопротезирование с применением эндопротеза бесцементной фиксации с парой трения металл–полиэтилен продемонстрировало высокую эффективность, а также малое число осложнений среди пациентов с ОГБК и ОА. Нами не обнаружено статистически значимой разницы в результатах ТЭТС с точки зрения выживаемости, послеоперационных осложнений и функционального результата у пациентов с остеонекрозом и больных с ОА. Целесообразно осуществить более длительное послеоперационное наблюдение за пациентами, что, возможно, позволит установить некоторые различия в результатах лечения.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ / ADDITIONAL INFO

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции

и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: *М.А. Панин* — координация участников исследования, интерпретация и анализ полученных данных, редактирование текста рукописи; *Н.В. Загородний* — разработка концепции и дизайна исследования, интерпретация и анализ полученных данных, редактирование текста рукописи; *А.В. Бойко* — сбор и обработка материала, проведение исследований, подготовка текста рукописи; *А.С. Петросян* — анализ полученных данных, поиск литературы, редактирование текста рукописи.

**Author's contribution.** Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of 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. *M.A. Panin* — coordination of study participants, interpretation and analysis of the data obtained, editing; *N.V. Zagorodny* — development of the concept and design of the study, interpretation and analysis of the data obtained, editing; *A.V. Boyko* — collection and processing of material, research, preparation of the text; *A.S. Petrosyan* — analysis of the obtained data, literature search, 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

1. Mwale F., Wang H., Johnson A.J., et al. Abnormal vascular endothelial growth factor expression in mesenchymal stem cells from both osteonecrotic and osteoarthritic hips // *Bull NYU Hosp Jt Dis.* 2011. Vol. 69, Suppl. 1. P. S56–S61.
2. Atik O.S. Overuse and abuse of cortisone // *Eklemler Hastalik Cerrahisi.* 2017. Vol. 28, N 1. P. 1. doi: 10.5606/ehc.2017.00056
3. Yin J.-M., Liu Z., Zhao S.-C., et al. Relationship between the Apolipoprotein AI, B gene polymorphism and the risk of non-traumatic osteonecrosis // *Lipids Health Dis.* 2014. Vol. 13, N 1. P. 149. doi: 10.1186/1476-511X-13-149
4. Jones K.B., Seshadri T., Krantz R., et al. Cell-based therapies for osteonecrosis of the femoral head // *Biol Blood Marrow Transplant.* 2008. Vol. 14, N 10. P. 1081–1087. doi: 10.1016/j.bbmt.2008.06.017
5. Yoon B.H., Lee Y.K., Kim K.C., et al. No differences in the efficacy among various core decompression modalities and non-operative treatment: a network meta-analysis // *Int Orthop.* 2018. Vol. 42, N 12. P. 2737–2743. doi: 10.1007/s00264-018-3977-9
6. Sorich M.M., Cherian J.J., McElroy M.J., et al. Osteonecrosis of the hip in hematologic disease: A review of conditions and treatment options // *J Long Term Eff Med Implants.* 2015. Vol. 25, N 4. P. 253–268. doi: 10.1615/jlongtermeffmedimplants.2015012529
7. Bellot F., Havet E., Gabrion A., et al. Résultats des forages pour ostéonécrose aseptique de la tête fémorale // *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 2005. Vol. 91, N 2. P. 114–123. doi: 10.1016/s0035-1040(05)84288-6
8. Панин М.А., Загородний Н.В., Абакиров М.Д., и др. Декомпрессия очага некроза головки бедренной кости. Обзор литературы // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2021. Т. 28, № 1. С. 65–76. doi: 10.17816/vto59746
9. Ortiguera C.J., Pulliam I.T., Cabanela M.E. Total hip arthroplasty for osteonecrosis: matched-pair analysis of 188 hips with long-term follow-up // *J Arthroplasty.* 1999. Vol. 14, N 1. P. 21–28. doi: 10.1016/s0883-5403(99)90197-3
10. Торгашин А.Н., Родионова С.С., Шумский А.А., и др. Лечение асептического некроза головки бедренной кости. Клинические рекомендации // *Научно-практическая ревматология.* 2020. Т. 58, № 6. С. 637–645. doi: 10.47360/1995-4484-2020-637-645
11. Issa K., Pivec R., Kapadia B.H., et al. Osteonecrosis of the femoral head: the total hip replacement solution // *Bone Joint J.* 2013. Vol. 95-B, N 11, Suppl. A. P. 46–50. doi: 10.1302/0301-620X.95B11.32644
12. Singh J.A., Vessely M.B., Harmsen W.S., et al. A population-based study of trends in the use of total hip and total knee arthroplasty, 1969–2008 // *Mayo Clin Proc.* 2010. Vol. 85, N 10. P. 898–904. doi: 10.4065/mcp.2010.0115
13. Singh J.A., Lewallen D.G. Patients with osteoarthritis and avascular necrosis have better functional outcomes and those with

avascular necrosis worse pain outcomes compared to rheumatoid arthritis after primary hip arthroplasty: a cohort study // *BMC Med*. 2013. N 11. P. 210. doi: 10.1186/1741-7015-11-210

14. Ng C.Y., Ballantyne J.A., Brenkel I.J. Quality of life and functional outcome after primary total hip replacement. A five-year follow-up // *J Bone Joint Surg Br*. 2007. Vol. 89, N 7. P. 868–873. doi: 10.1302/0301-620X.89B7.18482

15. Min B.W., Song K.S., Bae K.C., et al. Second-generation cementless total hip arthroplasty in patients with osteonecrosis of the femoral head // *J Arthroplasty*. 2008. Vol. 23, N 6. P. 902–910. doi: 10.1016/j.arth.2007.07.021

16. Osawa Y., Seki T., Takegami Y., et al. Cementless total hip arthroplasty for osteonecrosis and osteoarthritis produce similar results at ten years follow-up when matched for age and gender // *Int Orthop*. 2018. Vol. 42, N 7. P. 1683–1688. doi: 10.1007/s00264-018-3987-7

17. Matthias J., Bostrom M.P., Lane J.M. A Comparison of Risks and Benefits Regarding Hip Arthroplasty Fixation // *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev*. 2021. Vol. 5, N 11. P. e21.00014. doi: 10.5435/JAAOSGlobal-D-21-00014

18. Saito S., Saito M., Nishina T., et al. Long-term results of total hip arthroplasty for osteonecrosis of the femoral head. A comparison with osteoarthritis // *Clin Orthop Relat Res*. 1989. N 244. P. 198–207.

19. Ancelin D., Reina N., Cavaignac E., et al. Total hip arthroplasty survival in femoral head avascular necrosis versus primary hip osteoarthritis: case-control study with a mean 10-year follow-up after anatomical cementless metal-on-metal 28-mm replacement // *Orthop Traumatol Surg Res*. 2016. Vol. 102, N 8. P. 1029–1034. doi: 10.1016/j.otsr.2016.08.021

20. Erivan R., Caputo T., Riouach H., et al. Primary total hip replacement in Ficat-Arlet stage 3 and 4 osteonecrosis: a retrospective study at a minimum 12-year follow-up // *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2020. Vol. 30, N 5. P. 845–850. doi: 10.1007/s00590-020-02644-z

21. Han S.J., Lee J.H., Kim J.W., et al. Long-term durability of the CLS femoral prosthesis in patients with osteonecrosis of the femoral head // *J Arthroplasty*. 2013. Vol. 28, N 5. P. 828–831. doi: 10.1016/j.arth.2012.09.017

22. Radl R., Hungerford M., Materna W., et al. Higher failure rate and stem migration of an uncemented femoral component in patients with femoral head osteonecrosis than in patients with osteoarthritis // *Acta Orthop*. 2005. Vol. 76, N 1. P. 49–55. doi: 10.1080/00016470510030319

23. Gao X.F., Xue Y., Liu S.C., Ji Q.H. Efficacy of total hip arthroplasty for the treatment of patients with femoral head avascular necrosis: A protocol for systematic review and meta-analysis // *Medicine (Baltimore)*. 2020. Vol. 99, N 20. P. e20259. doi: 10.1097/MD.00000000000020259

24. Betsch M., Tingart M., Driessen A., et al. Endoprothetik bei aseptischer Femurkopfnekrose // *Orthopade*. 2018. Vol. 47, N 9. P. 751–756. doi: 10.1007/s00132-018-3617-5

25. Одарченко Д.И., Дзюба Г.Г., Ерофеев С.А., Кузнецов Н.К. Проблемы диагностики и лечения асептического некроза головки бедренной кости в современной травматологии и ортопедии (обзор литературы) // *Гений ортопедии*. 2021. Т. 27, № 2. С. 270–276. doi: 10.18019/1028-4427-2021-27-2-270-276

26. Мартыненко Д.В., Волошин В.П., Шевырев К.В., и др. Функциональные результаты первичного одностороннего эндопротезирования тазобедренного сустава при коксартрозе // *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2020. Т. 3, № 41. С. 46–51. doi: 10.17238/issn2226-2016.2020.3.46-51

27. Горянная Н.А., Ишекова Н.И., Попов В.В., Бондаренко Е.Г. Изменение качества жизни пациентов после эндопротезирования тазобедренного сустава на первом этапе реабилитации // *Экология человека*. 2017. № 1. С. 41–44. doi: 10.33396/1728-0869-2017-1-41-44

## REFERENCES

1. Mwale F, Wang H, Johnson AJ, et al. Abnormal vascular endothelial growth factor expression in mesenchymal stem cells from both osteonecrotic and osteoarthritic hips. *Bull NYU Hosp Jt Dis*. 2011;69(Suppl 1):S56–S61.

2. Atik OS. Overuse and abuse of cortisone. *Eklemler Hastalik Cerrahisi*. 2017;28(1):1. doi: 10.5606/ehc.2017.00056

3. Yin J-M, Liu Z, Zhao S-C, et al. Relationship between the Apolipoprotein A1, B gene polymorphism and the risk of non-traumatic osteonecrosis. *Lipids Health Dis*. 2014;13(1):149. doi: 10.1186/1476-511X-13-149

4. Jones KB, Seshadri T, Krantz R, et al. Cell-based therapies for osteonecrosis of the femoral head. *Biology Blood Marrow Transplant*. 2008;14(10):1081–1087. doi: 10.1016/j.bbmt.2008.06.017

5. Yoon BH, Lee YK, Kim KC, et al. No differences in the efficacy among various core decompression modalities and non-operative treatment: a network meta-analysis. *Int Orthop*. 2018;42(12):2737–2743. doi: 10.1007/s00264-018-3977-9

6. Sorich MM, Cherian JJ, McElroy MJ, et al. Osteonecrosis of the hip in hematologic disease: A review of conditions and treatment options. *J Long Term Eff Med Implants*. 2015;25(4):253–268. doi: 10.1615/jlongtermeffmedimplants.2015012529

7. Bellot F, Havet E, Gabriion A, et al. Core decompression of the femoral head for avascular necrosis. *Rev Chir Orthop*

*Reparatrice Appar Mot*. 2005;91(2):114–123. (In French). doi: 10.1016/s0035-1040(05)84288-6

8. Panin MA, Zagorodny NV, Abakirov MD, et al. Core decompression of the femoral head. Literature review. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2021;28(1):65–76. doi: 10.17816/vto59746

9. Ortiguera CJ, Pulliam IT, Cabanela ME. Total hip arthroplasty for osteonecrosis: matched-pair analysis of 188 hips with long-term follow-up. *J Arthroplasty*. 1999;14(1):21–28. doi: 10.1016/s0883-5403(99)90197-3

10. Torgashin AN, Rodionova SS, Shumsky AA, et al. Treatment of aseptic necrosis of the femoral head. Clinical guidelines. *Rheumatology Science and Practice*. 2020;58(6):637–645. (In Russ). doi: 10.47360/1995-4484-2020-637-645

11. Issa K, Pivec R, Kapadia BH, et al. Osteonecrosis of the femoral head: the total hip replacement solution. *Bone Joint J*. 2013;95-B(11 Suppl. A):46–50. doi: 10.1302/0301-620X.95B11.32644

12. Singh JA, Vessely MB, Harmsen WS, et al. A population-based study of trends in the use of total hip and total knee arthroplasty, 1969–2008. *Mayo Clin Proc*. 2010;85(10):898–904. doi: 10.4065/mcp.2010.0115

13. Singh JA, Lewallen DG. Patients with osteoarthritis and avascular necrosis have better functional outcomes and those with avascular

necrosis worse pain outcomes compared to rheumatoid arthritis after primary hip arthroplasty: a cohort study. *BMC Med.* 2013;11:210. doi: 10.1186/1741-7015-11-210

14. Ng CY, Ballantyne JA, Brenkel IJ. Quality of life and functional outcome after primary total hip replacement. A five-year follow-up. *J Bone Joint Surg Br.* 2007;89(7):868–873. doi: 10.1302/0301-620X.89B7.18482

15. Min BW, Song KS, Bae KC, et al. Second-generation cementless total hip arthroplasty in patients with osteonecrosis of the femoral head. *J Arthroplasty.* 2008;23(6):902–910. doi: 10.1016/j.arth.2007.07.021

16. Osawa Y, Seki T, Takegami Y, et al. Cementless total hip arthroplasty for osteonecrosis and osteoarthritis produce similar results at ten years follow-up when matched for age and gender. *Int Orthop.* 2018;42(7):1683–1688. doi: 10.1007/s00264-018-3987-7

17. Matthias J, Bostrom MP, Lane JM. A Comparison of Risks and Benefits Regarding Hip Arthroplasty Fixation. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev.* 2021;5(11):e21.00014. doi: 10.5435/JAAOSGlobal-D-21-00014

18. Saito S, Saito M, Nishina T, et al. Long-term results of total hip arthroplasty for osteonecrosis of the femoral head. A comparison with osteoarthritis. *Clin Orthop Relat Res.* 1989;244:198–207.

19. Ancelin D, Reina N, Cavaignac E, et al. Total hip arthroplasty survival in femoral head avascular necrosis versus primary hip osteoarthritis: case-control study with a mean 10-year follow-up after anatomical cementless metal-on-metal 28-mm replacement. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2016;102(8):1029–1034. doi: 10.1016/j.otsr.2016.08.021

20. Erivan R, Caputo T, Riouach H, et al. Primary total hip replacement in Ficat-Arlet stage 3 and 4 osteonecrosis: a retrospective study

at a minimum 12-year follow-up. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2020;30(5):845–850. doi: 10.1007/s00590-020-02644-z

21. Han SI, Lee JH, Kim JW, et al. Long-term durability of the CLS femoral prosthesis in patients with osteonecrosis of the femoral head. *J Arthroplasty.* 2013;28(5):828–831. doi: 10.1016/j.arth.2012.09.017

22. Radl R, Hungerford M, Materna W, et al. Higher failure rate and stem migration of an uncemented femoral component in patients with femoral head osteonecrosis than in patients with osteoarthritis. *Acta Orthop.* 2005;76(1):49–55. doi: 10.1080/00016470510030319

23. Gao XF, Xue Y, Liu SC, Ji QH. Efficacy of total hip arthroplasty for the treatment of patients with femoral head avascular necrosis: A protocol for systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore).* 2020;99(20):e20259. doi: 10.1097/MD.00000000000020259

24. Betsch M, Tingart M, Driessen A, et al. Total hip replacement in avascular femoral head necrosis. *Orthopade.* 2018;47(9):751–756. (In German). doi: 10.1007/s00132-018-3617-5

25. Odarchenko DI, Dzyuba GG, Erofeev SA, Kuznetsov NK. Problems of diagnosis and treatment of aseptic necrosis of the femoral head in contemporary traumatology and orthopedics (literature review). *Genij Ortopedii.* 2021;27(2):270–276. (In Russ). doi: 10.18019/1028-4427-2021-27-2-270-276

26. Martynenko DV, Voloshin VP, Shevyrev KV, et al. Functional results of primary unilateral hip arthroplasty for arthrosis of the hip joint. *Department of Traumatology and Orthopedics.* 2020;3(41):46–51. (In Russ). doi: 10.17238/issn2226-2016.2020.3.46-51

27. Goryannaya NA, Ishekova NI, Popov VV, Bondarenko EG. Change of patients' quality of life after hip replacement at the first stage of rehabilitation. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology).* 2017;24(1):41–44. (In Russ). doi: 10.33396/1728-0869-2017-1-41-44

## ОБ АВТОРАХ

\* **Панин Михаил Александрович**, к.м.н.,

врач травматолог-ортопед;

адрес: Россия, 119620, Москва, ул. Волынская, д. 7;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4686-7892>;

eLibrary SPIN: 5834-3500;

e-mail: panin-mihail@yandex.ru

**Загородний Николай Васильевич**, д.м.н., профессор,

член-корреспондент РАН, врач травматолог-ортопед;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6736-9772>;

eLibrary SPIN: 6889-8166;

e-mail: zagorodniy51@mail.ru

**Бойко Андрей Викторович**, аспирант,

врач травматолог-ортопед;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7829-2045>;

eLibrary SPIN: 4543-7879;

e-mail: boiko120393@gmail.com

**Петросян Арменак Серёжаевич**, к.м.н.,

врач травматолог-ортопед;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8837-0265>;

eLibrary SPIN: 4040-1407;

e-mail: armenak.p@gmail.com

## AUTHORS INFO

\* **Mikhail A. Panin**, MD, Cand. Sci. (Med.),

traumatologist-orthopedist;

address: 7 Volynskaya Str., 119620, Moscow, Russia;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4686-7892>;

eLibrary SPIN: 5834-3500;

e-mail: panin-mihail@yandex.ru

**Nikolay V. Zagorodniy**, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor,

Corresponding member of RAS, traumatologist-orthopedist;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6736-9772>;

eLibrary SPIN: 6889-8166;

e-mail: zagorodniy51@mail.ru

**Andrey V. Boiko**, graduate student,

traumatologist-orthopedist;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7829-2045>;

eLibrary SPIN: 4543-7879;

e-mail: boiko120393@gmail.com

**Armenak S. Petrosyan**, MD, Cand. Sci. (Med.),

traumatologist-orthopedist;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8837-0265>;

eLibrary SPIN: 4040-1407;

e-mail: armenak.p@gmail.com

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto170996>

# Early results of revision acetabular endoprosthetics using individual designs

Ovakim A. Aleksanyan<sup>1</sup>, Gamlet A. Chragyan<sup>1</sup>, Sergey V. Kagramanov<sup>1</sup>, Artem V. Ivanov<sup>1</sup>, Konstantin Yu. Ukolov<sup>1</sup>, Egor V. Polevoy<sup>2</sup>

<sup>1</sup> National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics named after N.N. Priorov, Moscow, Russian Federation;

<sup>2</sup> MEDSI Clinical Hospital in Botkinsky proezd, Moscow, Russian Federation

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** 3D-printed implants are one of the options for acetabulum reconstruction. The popularity of this technique is increasing every year.

**AIM:** To evaluate the early clinical, radiological and functional results of revision arthroplasty using individual acetabular components in patients with acetabulum bone defects.

**MATERIALS AND METHODS:** Revision endoprosthetics was performed in 50 patients. There were 36 female and 14 male patients. The patients' mean age was  $60.4 \pm 13.4$  (23–89) years. According to the Paprosky classification, the defects in 1 case corresponded to type IIC, in 12 cases to type IIIA, in 37 cases to type IIIB, including 8 cases with violation of the acetabulum integrity. Hip joint function was assessed using the Harris Hip Score (HHS), pain severity using the Visual Analogue Scale (VAS), and social adjustment using the Western Ontario and McMaster Universities Arthritis Index (WOMAC).

**RESULTS:** Significant improvement was obtained on all assessment scales. The HHS score improved on average from 33.6 to 87.1 points, the VAS scale from 78.1 to 4.7 points, and the WOMAC from 75.8 to 11.6 points. There were 8 cases (21%) with complications in total. In one case with a violation of the acetabulum integrity we observed migration of the sciatic bone from the lower flange of the construct.

**CONCLUSION:** Thus, the results of the acetabulum reconstruction using individually fabricated acetabular components are promising.

**Keywords:** hip joint; revision arthroplasty; acetabular defect; individual acetabular component.

## To cite this article:

Aleksanyan OA, Chragyan GA, Kagramanov SV, Ivanov AV, Ukolov KYu, Polevoy EV. Early results of revision acetabular endoprosthetics using individual designs. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2022;29(4):355–365. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto170996>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto170996>

# Ранние результаты ревизионного эндопротезирования вертлужной впадины с применением индивидуальных конструкций

О.А. Алексанян<sup>1</sup>, Г.А. Чрагян<sup>1</sup>, С.В. Каграманов<sup>1</sup>, А.В. Иванов<sup>1</sup>, К.Ю. Уколов<sup>1</sup>, Е.В. Полевой<sup>2</sup><sup>1</sup> Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова, Москва, Российская Федерация;<sup>2</sup> Клиническая больница МЕДСИ в Боткинском проезде, Москва, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Введение.** Одним из вариантов реконструкции вертлужной впадины являются имплантаты, созданные методом 3D-печати. Популярность данной методики с каждым годом растёт.

**Цель.** Оценить ранние клинико-рентгенологические и функциональные результаты ревизионного эндопротезирования с применением индивидуальных вертлужных компонентов у пациентов с костными дефектами вертлужной впадины.

**Материалы и методы.** Ревизионное эндопротезирование выполнено 50 пациентам. Среди них было 36 женщин и 14 мужчин в возрасте 23–89 лет. Средний возраст пациентов составил  $60,4 \pm 13,4$  года. По классификации Paprosky дефекты в 1 случае соответствовали типу IIC, в 12 — типу IIIA, в 37 — типу IIIB, в том числе 8 случаев с нарушением целостности вертлужной впадины. Функцию тазобедренного сустава оценивали по шкале Harris Hip Score (HHS), выраженность болевого синдрома — по визуально-аналоговой шкале (ВАШ), а социальную адаптацию — по Western Ontario and McMaster Universities Arthritis Index (WOMAC).

**Результаты.** Значительное улучшение получено по всем оценочным шкалам. Значение по шкале HHS в среднем улучшилось с 33,6 до 87,1 балла, по шкале ВАШ — с 78,1 до 4,7 балла, WOMAC — с 75,8 до 11,6 балла. Общее количество осложнений составило 8 случаев (21%). В одном случае с нарушением целостности вертлужной впадины наблюдалась миграция седалищной кости от нижнего фланца конструкции.

**Заключение.** Результаты реконструкции вертлужной впадины с использованием индивидуально изготовленных вертлужных компонентов являются перспективными.

**Ключевые слова:** тазобедренный сустав; ревизионное эндопротезирование; дефект вертлужной впадины; индивидуальный вертлужный компонент.

## Как цитировать:

Алексанян О.А., Чрагян Г.А., Каграманов С.В., Иванов А.В., Уколов К.Ю., Полевой Е.В. Ранние результаты ревизионного эндопротезирования вертлужной впадины с применением индивидуальных конструкций // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2022. Т. 29, № 4. С. 355–365. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto170996>

## INTRODUCTION

Endoprosthetics showed the highest efficiency in the treatment of degenerative and dystrophic diseases and traumatic injuries of the hip joint. Over one million hip replacements are performed annually worldwide, and this number is projected to double over the next two decades. This trend leads to a steady increase in the number of revision surgeries [1–5]. An analysis of revision interventions performed in our clinic between 1992 and 2014 showed that the number of revisions increased eightfold on average. The instability of the acetabular component is the most common cause of revision surgeries [6–8]. Prolonged instability and repeated surgeries lead to severe bone defects [9, 10]. The severity of the bone defect plays a crucial role in choosing the techniques of revision hip arthroplasty [11–13]. In bone defect assessment, attention is paid to several factors, such as the amount and quality of the remaining bone tissue, integrity of the acetabular floor and walls, and presence or absence of acetabular discontinuity. Various classifications were proposed for the assessment of bone defects, and the most common is that by Paprosky [11].

Different designs and methods are used for acetabular reconstruction, including revision endoprosthetics with acetabular component placement using the high-hip center technique [14], large hemispherical acetabular components (jumbo cups) [15], classic surgery using antiprotrusion rings in combination with bone grafting [16], cup-cage technique [17], and highly porous trabecular tantalum components [18, 19]. However, the condition of the bone tissue and the severity and geometry of the defect requires technical solutions for adapting the acetabular bed to serial components (cups and augments) [20–22]. The search for alternative reconstruction options led to the introduction of additive technologies in endoprosthetics, which allow creating and printing of an individual implant for each defect using three-dimensional (3D) modeling [9, 23–26, 27]. Implants of this type have the following features [9]:

- One to three flanges with screw holes for contact with the ilium, pubis, and ischium
- Possibility of placing a double-mobility cement fixation system
- Optimal spatial orientation of the hemispherical part (40° inclination and 15° anteversion)
- Optimal direction and length of the screws specified in the design, which allows for achieving a strong primary fixation
- Porous surface of the component, providing further osseointegration

These features allow acetabular reconstruction with maximum accuracy. The aim of the study was to assess the early clinical, radiological, and functional results of revision arthroplasty using individual acetabular components in patients with acetabular bone defects.

## MATERIALS AND METHODS

### STUDY DESIGN

This prospective cohort study analyzed patients who underwent surgery with the placement of individual acetabular components between September 2017 and September 2020.

### ELIGIBILITY CRITERIA

**Inclusion criteria:** Indications for revision hip arthroplasty with placement of individual acetabular components (loosening of the components of the endoprosthesis or hip spacer or neoarthrosis after the removal of the endoprosthesis) and type IIC, IIIA, and IIIB acetabular defects according to the Paprosky classification.

**Exclusion criteria:** Contraindications to surgical treatment, patient's disagreement with the proposed treatment method, and failure to conduct follow-ups after hospital discharge.

### STUDY SETTINGS

During the study, all patients reached a minimum follow-up of 12 months. On average, 6.5±5.3 (range, 0–18) years passed from the time of previous surgery to the onset of pain syndrome and 3.2±3.5 (range, 1–17) years from the onset of pain syndrome to the time of revision arthroplasty with the placement of an individual acetabular component.

### DESCRIPTION OF MEDICAL INTERVENTION

All patients underwent plain-film X-ray imaging of the pelvis including the hip joints. Preoperative X-ray images allowed assessing the position of unstable implant components and the amount of bone loss around the implant components, whereas the position of the installed prosthesis was assessed postoperatively. Bone defects were assessed according to the Paprosky classification. Preoperatively, all patients underwent computed tomography (CT) to create a 3D model and further print the implant.

The acetabular defect corresponded to type IIC in 1 patient, type IIIA in 12, and severe type IIIB defects in 37 (including 8 cases with a pelvic bone divergence). The process and technique of creating individual acetabular

components were previously described [9]. In our patients, a direct lateral Hardinge approach was used to place an individual acetabular component. Twenty-one patients had a history of one to several revision surgeries. Four patients had evidence of treatment for periprosthetic infection.

During surgery, the material was necessarily collected for further microbiological analysis. In all cases, baseline antibiotic prophylaxis was performed. Check-ups of patients were performed 3 months, 6 months, and 1 year after surgery and annually thereafter.

Hip function, pain syndrome, and social adjustment were assessed pre- and postoperatively using the Harris hip score (HHS), visual analog scale (VAS), and Western Ontario and McMaster Universities Arthritis Index (WOMAC), respectively. Assessment was performed 6 and 24 months after surgery. All patients were available for assessment of postoperative hip function.

## STUDY ETHICS

The study was approved at the Local Ethics Committee Meeting No. 3 of 2016 and is fully compliant with the ethical principles of the Declaration of Helsinki as revised in 2013. Informed voluntary consent to participate in the study was obtained from all patients.

## STATISTICAL ANALYSIS

Data were statistically processed using IBM SPSS Statistics version 22 (IBM Corp., Armonk, NY, USA). Quantitative variables were presented as mean and standard deviation, whereas qualitative variables were reported as absolute and relative frequencies. For the comparison of pre- and postoperative values on HHS, VAS, and WOMAC scales, a sign test for dependent samples was applied. The significance level was assumed at 5%.

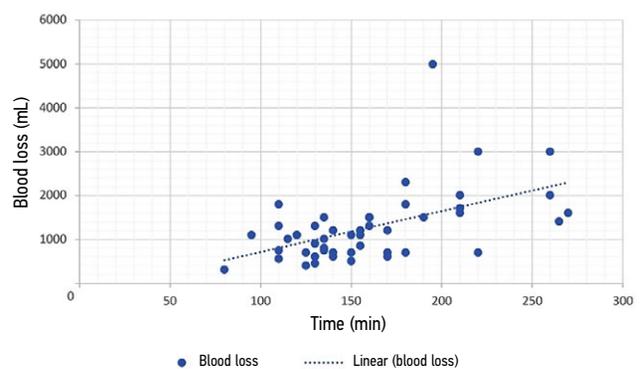
## RESULTS

### STUDY PARTICIPANTS

The study included 50 patients (50 hip joints), including 36 women and 14 men, aged 23–89 (mean age  $60.4 \pm 13.4$ ) years, who underwent surgery using individual acetabular components between September 2017 and September 2020. During the study, all 50 patients reached a minimum follow-up of 12 months.

### MAIN RESULTS OF THE STUDY

The average duration of surgical intervention was  $159.9 \pm 44.6$  (range, 80–270) min, and the average intraoperative blood loss was  $1269 \pm 802$  (range,



**Fig. 1.** Blood loss depending on the operation duration.

300–5000) mL. The dependence of blood loss on the surgical duration is shown in Fig. 1.

On average, the reconstruction of type IIIA defects took  $146.7 \pm 26.7$  (range, 110–210) min, and the average blood loss was  $1,045.9 \pm 495$  (range, 400–2,000) mL. In cases with type IIIB defects, the average intraoperative time was  $164.5 \pm 48.8$  (range, 80–265) min, with an average blood loss of  $1363.5 \pm 869$  (range, 500–5000) mL.

An average of  $7.16 \pm 1.44$  screws (range, 4–11) were required to fix the individual component. Total revision was required in 21 of 50 cases (42%). The average follow-up duration was  $37.8 \pm 8.7$  (range, 24–49) months.

For the radiological assessment of the hip joint, standard anteroposterior X-ray imaging of the pelvis was performed. Postoperative X-ray images were used to assess the inclination of the acetabular component and the position of the center of rotation of the hip joint. The preoperative position of the center of rotation of the hip joint relative to the line connecting the teardrop was  $53.6 \pm 9.9$  mm (range, 29–68 mm). On postoperative images, this figure was  $21.9 \pm 0.9$  mm (range, 20–24 mm).

For an objective assessment of the results, control X-ray imaging was performed at 3, 6, and 12 months and annually thereafter, and CT was performed selectively. When comparing a series of X-ray images, no signs of instability and no migration of components were observed.

In the comparison of pre- and postoperative limb-length parameters, the average preoperative limb shortening on the affected side was  $3.4 \pm 1.1$  cm (2–6 cm in length). After surgery, the difference between the extremities averaged  $0.6 \pm 0.2$  cm (0–1 cm in length).

The HHS scale was used in the pre- and postoperative assessment of hip joint function. The assessment was performed 6 and 24 months after surgery (Table 1).

**Table 1.** Pre- and postoperative assessment of hip joint function using HHS scales,  $n=50$ 

HHS scale	Mean	Standard deviation	Root-mean-square error
Before surgery	33,660	15,7643	2,2294
6 months after surgery	87,120	5,2940	0,7487
2 years after surgery	91,780	3,8135	0,5393

**Table 2.** Pre- and postoperative severity of pain syndrome according to VAS scales,  $n=50$ 

VAS scale	Mean	Standard deviation	Root-mean-square error
Before surgery	78,180	8,3145	1,1758
6 months after surgery	4,660	2,5040	0,3541
2 years after surgery	2,240	1,6728	0,2366

**Table 3.** Pre- and postoperative social adaptation according to WOMAC scales,  $n=50$ 

WOMAC scale	Mean	Standard deviation	Root-mean-square error
Before surgery	75,860	11,8028	1,6692
6 months after surgery	11,620	11,1555	1,5776
2 years after surgery	4,960	1,7723	0,2506

To improve the reliability of the obtained data, a statistical analysis was conducted. According to a paired-sample t-test, the difference between the mean pre- and postoperative HHS values was statistically significant at the 99% confidence level ( $p < 0.01$ ).

The functional pre- and postoperative results after 6 months and 2 years were statistically significantly different between the groups. Similarly, a statistically significant difference was found between the postoperative functional results 6 months and 2 years after surgery.

The VAS scale was used in the pre- and postoperative assessment of pain syndrome severity. The assessment was performed 6 and 24 months after surgery (Table 2).

According to a paired-sample t-test, the difference between the mean pre- and postoperative VAS values was statistically significant at the 99% confidence level ( $p < 0.01$ ).

The results of the assessment of pre- and postoperative pain syndrome after 6 months and 2 years were statistically significantly different between the groups. In addition, the results of the assessment of pain syndrome 6 months and 2 years after surgery were statistically significantly different.

The WOMAC scale was used in the pre- and postoperative assessment of social adjustment. The assessment was performed 6 and 24 months after surgery (Table 3).

According to a paired-sample t-test, the difference between the mean pre- and postoperative WOMAC values was statistically significant at the 99% confidence level ( $p < 0.01$ ). The results of pre- and postoperative social adjustment assessment after 6 months and 2 years were statistically significantly different between the groups. Similarly, a statistically significant difference was found when comparing the results of social adjustment 6 months and 2 years after surgery.

A comparative assessment between pre- and postoperative data obtained after 6 months proved a significant statistical improvement in the studied parameters. Similar results were obtained when comparing pre- and postoperative data after 2 years. In addition, a comparison of postoperative indices after 2 years and 6 months showed a significant statistical improvement.

## ADVERSE EVENTS

A superior gluteal artery injury was observed in a patient with a type IIIB defect, which was associated with the need to mobilize the ilium to place an upper flange. Visualizing and ligating the vessel were impossible. Tamponade with a hemostatic sponge was performed, after which the bleeding stopped.

In three postoperative cases, paresis of the peroneal portion of the sciatic nerve developed in patients with

Paprosky type IIIB defects. This complication was associated with traumatic access and traction ischemia of the sciatic nerve. The patients received appropriate treatment. At the follow-up after 3 months, two patients exhibited complete recovery of the function of the peroneal portion of the sciatic nerve, whereas neurological symptoms persisted in one patient.

Dislocation of the endoprosthesis was observed in three cases (7.9%). A recurrent dislocation was observed in two of three cases and was corrected by revision with the placement of a double-mobility cup. In the third case, the dislocation was reported by telephone, and a closed reduction was performed at the patient's residence.

In one patient who was initially diagnosed with instability of the acetabular component and compromised integrity of the acetabulum 3 months after surgery, X-ray images revealed migration of the ischium relative to the implant. However, the implant was radiographically stable. (This clinical case will be described in detail in the next paper.)

No cases of deep infection, pulmonary embolism, or death were observed in this group. No negative dynamics were detected in patients who overcame the minimum 6-month follow-up period ( $\geq 12$  months after surgery), and the patients were satisfied with the joint function and quality of life.

## DISCUSSION

In revision endoprosthetics, the reconstruction of severe acetabular defects remains a major problem. Various options exist for acetabulum reconstruction, including 3D printing and additive techniques. The first references to individual acetabular components are found since 1992. At that time, the milling method was used to make the implant [20]. The first surgeries with the use of individual designs in Russia began only in 2015 [28]. The Department of Large Joint Endoprosthetics at the Priorov National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics began performing revision surgeries using individual acetabular components in 2017. Based on the results, this direction is considered promising.

The use of individual designs showed good results for both postoperative joint function and implant fixation. No complications associated with the aseptic instability of endoprostheses were observed in the study group. Moreover, foreign and Russian studies have shown good fixation results for this type of implants, where the number of complications resulting from aseptic instability does not exceed 4% [29–32].

In our group, the number of postoperative dislocations was 7.9%, whereas the complications of this type vary in other

studies, reaching 33% [26, 29, 30, 32, 33]. According to Citak et al. [26], the large number of postoperative dislocations was associated with a significant number of previous hip surgeries (5 on average). In addition, Berend et al. observed a direct correlation between the number of postoperative dislocations (6.4%) and previous surgeries (1.6 [1–3] on average) [30]. According to Taunton et al. [33], the migration of the greater trochanter due to severe osteolysis or trauma leading to a periprosthetic fracture may be a risk factor for recurrent dislocation of the endoprosthesis head. The authors suggested performing additional plasty of the thigh abductor muscles or using double-mobility components or the constrained system to eliminate this problem. Barlow et al. [31] assumed that mispositioning of the acetabular component, particularly excessive verticalization due to a pronounced deficit of anatomical landmarks, led to dislocation. According to Korytkin et al. [32], several complications (17%) were associated with preoperative errors, that is, with designing an individual prosthesis with a small hemispherical part. The placement of 46-mm components subsequently limited the options for the use of the articulating pair. In our study, double-mobility components were used in two of three cases to repair recurrent dislocations.

The main tool for assessing hip joint function is the rating scale. HHS, VAS, and WOMAC are the most commonly used scales. Comparative results of rating scales obtained before and 6 months after surgery showed a significant improvement in hip joint function, which is comparable with the results of other authors [25, 26, 29, 30, 32, 34, 35].

In the assessment of the post-implant positioning accuracy of individual designs performed in 20 patients with an average age of 53 (22–72) years, in revision arthroplasty using these implants, the probability of implant deviation from the planned position was high; however, such deviation did not lead to negative consequences during the follow-up [36].

The main objective of revision arthroplasty is a reliable and durable fixation of components in an anatomically correct position to maximize full recovery. The peculiarity of individually designed acetabular components is the presence of additional fixation points, such as support flanges with holes for screws, with a porous coating of the contact surfaces. These designs are advantageous for the reconstruction of Paprosky type III defects, allowing a more accurate reconstruction of the acetabulum and improving the results. This is evidenced by the statistical improvement in joint function, reduction or absence of pain syndrome, and social adjustment of patients. In addition, by using these designs, no bone grafting of the acetabulum is needed, and this minimizes the risks of infectious complications and early instability.

## CONCLUSIONS

The comparison of functional results of the hip joint with similar results obtained 6 months and 2 years after surgery revealed a statistically significant improvement on all rating scales. Similar data were obtained when comparing the results obtained at 6 months with those at 2 years after surgery. According to radiological data obtained at 3, 6, and 12 months and annually thereafter, no signs of instability and no migration of components were detected. Osseointegration of individual designs was the only process observed. Extensive 3D modeling capabilities allow the creation of implants for defects of any complexity and provide the most accurate restoration of the anatomical rotation center of the hip joint, minimize the risks of infectious complications associated with allografts, and achieve primary firm fixation and stabilization of the hip bone in pelvic fractures. The above-mentioned characteristics of these designs lead to improved postoperative functional results and quality of life. Individual acetabular components may be used effectively in the reconstruction of acetabular defects. Previous results obtained in revision arthroplasty using these implants are encouraging. If positive results are maintained in the mid- and long-term follow-up, acetabular reconstruction using individual components may be the method of choice.

## ADDITIONAL INFO / ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Authors' contribution:** *O.A. Aleksanyan* — literature review, case management, surgical treatment, statistical analysis; *G.A. Chragyan* — literature review, case

management, surgical treatment, statistical analysis; *S.V. Kagramanov* — case management, surgical treatment, statistical analysis; *A.V. Ivanov* — text correction, case management; *K.Yu. Ukolov* — statistical analysis, provision of anesthetic support; *E.V. Polevoy* — writing the text, case management. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of 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.

**Вклад авторов:** *O.A. Алексанян* — написание обзора литературы, ведение больных, выполнение оперативного лечения, проведение статистического анализа; *Г.А. Чрагян* — написание обзора литературы, ведение больных, выполнение оперативного лечения, проведение статистического анализа; *С.В. Каграманов* — ведение больных, выполнение оперативного лечения, проведение статистического анализа; *А.В. Иванов* — коррекция текста, ведение больных; *К.Ю. Уколов* — проведение статистического анализа, обеспечение анестезиологического пособия; *Е.В. Полевой* — написание текста, ведение больных. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

**Funding source.** Not specified.

**Источник финансирования.** Не указан.

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

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

## REFERENCES

- Gwam CU, Mistry JB, Mohamed NS, et al. Current epidemiology of revision total hip arthroplasty in the United States: National Inpatient Sample 2009 to 2013. *J Arthroplasty*. 2017;32(7):2088–2092. doi: 10.1016/j.arth.2017.02.046
- Patel A, Pavlou G, Mújica-Mota RE, Toms AD. The epidemiology of revision total knee and hip arthroplasty in England and Wales: a comparative analysis with projections for the United States. A study using the National Joint Registry dataset. *Bone Joint J*. 2015;97-B(8):1076–1081. doi: 10.1302/0301-620X.97B8.35170
- Kowalik TD, DeHart M, Gehling H, et al. The epidemiology of primary and revision total hip arthroplasty in teaching and nonteaching hospitals in the United States. *J Am Acad Orthop Surg*. 2016;24(6):393–398. doi: 10.5435/JAAOS-D-15-00596
- Yoon PW, Lee YK, Ahn J, et al. Epidemiology of hip replacements in Korea from 2007 to 2011. *J Korean Med Sci*. 2014;29(6):852–858. doi: 10.3346/jkms.2014.29.6.852
- Pivec R, Johnson AJ, Mears SC, Mont MA. Hip arthroplasty. *Lancet*. 2012;380(9855):1768–1777. doi: 10.1016/S0140-6736(12)60607-2
- Sullivan PM, MacKenzie JR, Callaghan JJ, Johnston RC. Total hip arthroplasty with cement in patients who are less than fifty years old. A sixteen to twenty-two-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am*. 1994;76(6):863–869. doi: 10.2106/00004623-199406000-00010
- Goodman SB, Adler SJ, Fyhrie DP, Schurman DJ. The acetabular teardrop and its relevance to acetabular migration. *Clin Orthop Relat Res*. 1988;(236):199–204.
- Emerson RH Jr, Head WC, Berklai FM, Malinin TI. Noncemented acetabular revision arthroplasty using allograft bone. *Clin Orthop Relat Res*. 1989;(249):30–43.
- Zagorodniy NV, Chragyan GA, Aleksanyan OA, et al. 3D modelling and printing in primary and revision arthroplasty. *N.N. Priorov*

- Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2018;(2):21–29. (In Russ). doi: 10.32414/0869-8678-2018-2-21-29
10. Kovalenko AN, Dzhavadov AA, Shubnyakov II, et al. Mid-term outcomes of using custom-made implants for revision hip arthroplasty. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2019;25(3):37–46. (In Russ). doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-3-37-46
11. Paprosky WG, Perona GP, Lawrence MJ. Acetabular defect classification and surgical reconstruction in revision arthroplasty, a 6 year follow-up evaluation. *J Arthroplasty*. 1994;9(1):33–43. doi: 10.1016/0883-5403(94)90135-x
12. Gross AE, Blackley H, Wong P, et al. The use of allografts in orthopaedic surgery. Part II: the role of allografts in revision arthroplasty of the hip. *J Bone Joint Surg Am*. 2002;84-A(4):655–667.
13. Cabanela ME, Trousdale RT, Berry DJ. Impacted cancellous graft plus cement in hip revision. *Clin Orthop Relat Res*. 2003;(417):175–182. doi: 10.1097/01.blo.0000096817.78689.ac
14. Bozic KJ, Freiberg AA, Harris WH. The high hip center. *Clin Orthop Relat Res*. 2004;(420):101–105. doi: 10.1097/00003086-200403000-00014
15. Moon JK, Ryu J, Kim Y, et al. Acetabular revision arthroplasty using press-fitted jumbo cups: an average 10-year follow-up study. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2019;139(8):1149–1160. doi: 10.1007/s00402-019-03214-7
16. Gibon E, Kerboull L, Courpied J, Hamadouche M. Acetabular reinforcement rings associated with allograft for severe acetabular defects. *Int Orthop*. 2019;43(3):561–571. doi: 10.1007/s00264-018-4142-1
17. Hipfl C, Janz V, Löchel J, et al. Cup-cage reconstruction for severe acetabular bone loss and pelvic discontinuity: mid-term results of a consecutive series of 35 cases. *Bone Joint J*. 2018;100-B(11):1442–1448. doi: 10.1302/0301-620X.100B11.BJJ-2018-0481.R1
18. Zagorodny NV, Alexanyan OA, Cragan GA, et al. Reconstruction of a hip socket using trabecular metal components. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2019;(1):5–10. (In Russ). doi: 10.17116/vto20190115
19. Tikhilov RM, Shubnyakov II, Chiladze IT, et al. Total hip joint endoprosthesis using augments from trabecular metal in consequences of Fractures of the acetabulum. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2011;(1):76–81. (In Russ).
20. Christie MJ, Barrington SA, Brinson MF, et al. Bridging massive acetabular defects with the triflange cup: 2- to 9-year results. *Clin Orthop Relat Res*. 2001;(393):216–227. doi: 10.1097/00003086-200112000-00024
21. Volokitina EA, Khabib MSS. Total hip replacement in cases of acetabular bone defects and deformations (review). *Ural Medical Journal*. 2018;(1):56–63. (In Russ).
22. Holt GE, Dennis DA. Use of custom triflanged acetabular components in revision total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2004;(429):209–214. doi: 10.1097/01.blo.0000150252.19780.74
23. Li H, Qu X, Mao Y, et al. Custom acetabular cages offer stable fixation and improved hip scores for revision THA with severe bone defects. *Clin Orthop Relat Res*. 2016;474(3):731–740. doi: 10.1007/s11999-015-4587-0
24. Myncke I, van Schaik D, Scheerlinck T. Custom-made triflanged acetabular components in the treatment of major acetabular defects. Short-term results and clinical experience. *Acta Orthop Belg*. 2017;83(3):341–350.
25. Gladnick BP, Fehring KA, Odum SM, et al. Midterm survivorship after revision total hip arthroplasty with a custom triflange acetabular component. *J Arthroplasty*. 2018;33(2):500–504. doi: 10.1016/j.arth.2017.09.026
26. Citak M, Kochsiek L, Gehrke T, et al. Preliminary results of a 3D-printed acetabular component in the management of extensive defects. *Hip Int*. 2018;28(3):266–271. doi: 10.5301/hipint.5000561
27. Sadovoy MA, Pavlov VV, Bazlov VA, et al. Potentialities of 3D-visualization in preoperative planning of primary and revision total hip arthroplasty. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2017;3:37–42. (In Russ).
28. Tikhilov RM, Shubnyakov II, Kovalenko AN, et al. Using custom triflange implant in revision hip arthroplasty in patient with pelvic discontinuity (case report). *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2016;22(1):108–116. (In Russ).
29. Berasi CC, Berend KR, Adams JB, et al. Are custom triflange acetabular components effective for reconstruction of catastrophic bone loss? *Clin Orthop Relat Res*. 2014;473(2):528–535. doi: 10.1007/s11999-014-3969-z
30. Berend ME, Berend KR, Lombardi AV, et al. The patient-specific triflange acetabular implant for revision total hip arthroplasty in patients with severe acetabular defects: planning, implantation, and results. *Bone Joint J*. 2018;100-B(11 suppl A):50–54. doi: 10.1302/0301-620X.100B11.BJJ-2017-0362.R1
31. Barlow BT, Oi KK, Lee YY, et al. Outcomes of custom flange acetabular components in revision total hip arthroplasty and predictors of failure. *J Arthroplasty*. 2016;31(5):1057–1064. doi: 10.1016/j.arth.2015.11.016
32. Korytkin AA, Novikova YaS, Morozova EA, et al. Custom triflange acetabular components for revision hip arthroplasty in the patients with severe acetabular defects: planning, surgical technique, outcomes. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2020;26(2):20–30. (In Russ). doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-2-20-30
33. Taunton MJ, Fehring TK, Edwards P, et al. Pelvic discontinuity treated with custom triflange component: a reliable option. *Clin Orthop Relat Res*. 2012;470(2):428–434. doi: 10.1007/s11999-011-2126-1
34. Fröschen FS, Randau TM, Hischebeth GTR, et al. Mid-term results after revision total hip arthroplasty with custom-made acetabular implants in patients with Paprosky III acetabular bone loss. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2020;140(2):263–273. doi: 10.1007/s00402-019-03318-0

35. Kieser DC, Ailabouni R, Kieser SCJ, et al. The use of an Ossis custom 3D-printed tri-flanged acetabular implant for major bone loss: minimum 2-year follow-up. *Hip Int.* 2018;28(6):668–674. doi: 10.1177/1120700018760817

36. Kovalenko AN, Tikhilov RM, Bilyk SS, et al. Positioning of individual acetabular components during hip revisions: do they really fit like a “key to a lock”? *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics.* 2017;(4):31–37. (In Russ).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gwam C.U., Mistry J.B., Mohamed N.S., et al. Current epidemiology of revision total hip arthroplasty in the United States: National Inpatient Sample 2009 to 2013 // *J Arthroplasty.* 2017. Vol. 32, N 7. P. 2088–2092. doi: 10.1016/j.arth.2017.02.046

2. Patel A., Pavlou G., Mújica-Mota R.E., Toms A.D. The epidemiology of revision total knee and hip arthroplasty in England and Wales: a comparative analysis with projections for the United States. A study using the National Joint Registry dataset // *Bone Joint J.* 2015. Vol. 97-B, N 8. P. 1076–1081. doi: 10.1302/0301-620X.97B8.35170

3. Kowalik T.D., DeHart M., Gehling H., et al. The epidemiology of primary and revision total hip arthroplasty in teaching and nonteaching hospitals in the United States // *J Am Acad Orthop Surg.* 2016. Vol. 24, N 6. P. 393–398. doi: 10.5435/JAAOS-D-15-00596

4. Yoon P.W., Lee Y.K., Ahn J., et al. Epidemiology of hip replacements in Korea from 2007 to 2011 // *J Korean Med Sci.* 2014. Vol. 29, N 6. P. 852–858. doi: 10.3346/jkms.2014.29.6.852

5. Pivec R., Johnson A.J., Mears S.C., Mont M.A. Hip arthroplasty // *Lancet.* 2012. Vol. 380, N 9855. P. 1768–1777. doi: 10.1016/S0140-6736(12)60607-2

6. Sullivan P.M., MacKenzie J.R., Callaghan J.J., Johnston R.C. Total hip arthroplasty with cement in patients who are less than fifty years old. A sixteen to twenty-two-year follow-up study // *J Bone Joint Surg Am.* 1994. Vol. 76, N 6. P. 863–869. doi: 10.2106/00004623-199406000-00010

7. Goodman S.B., Adler S.J., Fyhrie D.P., Schurman D.J. The acetabular teardrop and its relevance to acetabular migration // *Clin Orthop Relat Res.* 1988. N 236. P. 199–204.

8. Emerson R.H. Jr, Head W.C., Berklaich F.M., Malinin T.I. Noncemented acetabular revision arthroplasty using allograft bone // *Clin Orthop Relat Res.* 1989. N 249. P. 30–43.

9. Загородний Н.В., Чрагян Г.А., Алексанян О.А., и др. Применение 3D-моделирования и прототипирования при первичном и ревизионном эндопротезировании // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2018. № 2. С. 21–29. doi: 10.32414/0869-8678-2018-2-21-29

10. Коваленко А.Н., Джавадов А.А., Шубняков И.И., и др. Среднесрочные результаты использования индивидуальных конструкций при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава // *Травматология и ортопедия России.* 2019. Т. 25, № 3. С. 37–46. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-3-37-46

11. Paprosky W.G., Perona G.P., Lawrence M.J. Acetabular defect classification and surgical reconstruction in revision arthroplasty, a 6 year follow-up evaluation // *J Arthroplasty.* 1994. Vol. 9, N 1. P. 33–43. doi: 10.1016/0883-5403(94)90135-x

12. Gross A.E., Blackley H., Wong P., et al. The use of allografts in orthopaedic surgery. Part II: the role of allografts in revision arthroplasty of the hip // *J Bone Joint Surg Am.* 2002. Vol. 84-A, N 4. P. 655–667.

13. Cabanela M.E., Trousdale R.T., Berry D.J. Impacted cancellous graft plus cement in hip revision // *Clin Orthop Relat Res.* 2003. N 417. P. 175–182. doi: 10.1097/01.blo.0000096817.78689.ac

14. Bozic K.J., Freiberg A.A., Harris W.H. The high hip center // *Clin Orthop Relat Res.* 2004. N 420. P. 101–105. doi: 10.1097/00003086-200403000-00014

15. Moon J.K., Ryu J., Kim Y., et al. Acetabular revision arthroplasty using press-fitted jumbo cups: an average 10-year follow-up study // *Arch Orthop Trauma Surg.* 2019. Vol. 139, N 8. P. 1149–1160. doi: 10.1007/s00402-019-03214-7

16. Gibon E., Kerboull L., Courpied J., Hamadouche M. Acetabular reinforcement rings associated with allograft for severe acetabular defects // *Int Orthop.* 2019. Vol. 43, N 3. P. 561–571. doi: 10.1007/s00264-018-4142-1

17. Hipfl C., Janz V., Löchel J., et al. Cup-cage reconstruction for severe acetabular bone loss and pelvic discontinuity: mid-term results of a consecutive series of 35 cases // *Bone Joint J.* 2018. Vol. 100-B, N 11. P. 1442–1448. doi: 10.1302/0301-620X.100B11.BJJ-2018-0481.R1

18. Загородний Н.В., Алексанян О.А., Чрагян Г.А., и др. Реконструкция вертлужной впадины с использованием компонентов из трабекулярного металла // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2019. № 1. С. 5–10. doi: 10.17116/vto20190115

19. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Чиладзе И.Т., и др. Тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава с использованием аугментов из трабекулярного металла при последствиях переломов вертлужной впадины // *Травматология и ортопедия России.* 2011. № 1. С. 76–81.

20. Christie M.J., Barrington S.A., Brinson M.F., et al. Bridging massive acetabular defects with the triflange cup: 2- to 9-year results // *Clin Orthop Relat Res.* 2001. N 393. P. 216–227. doi: 10.1097/00003086-200112000-00024

21. Волокитина Е.А., Хабиб М.С.С. Эндопротезирование тазобедренного сустава при деформациях и дефектах вертлужной впадины (обзор литературы) // *Уральский медицинский журнал.* 2018. № 1. С. 56–63.

22. Holt G.E., Dennis D.A. Use of custom triflanged acetabular components in revision total hip arthroplasty // *Clin Orthop Relat Res.* 2004. N 429. P. 209–214. doi: 10.1097/01.blo.0000150252.19780.74

23. Li H., Qu X., Mao Y., et al. Custom acetabular cages offer stable fixation and improved hip scores for revision THA with severe bone defects // *Clin Orthop Relat Res*. 2016. Vol. 474, N 3. P. 731–740. doi: 10.1007/s11999-015-4587-0
24. Myncke I., van Schaik D., Scheerlinck T. Custom-made triflanged acetabular components in the treatment of major acetabular defects. Short-term results and clinical experience // *Acta Orthop Belg*. 2017. Vol. 83, N 3. P. 341–350.
25. Gladnick B.P., Fehring K.A., Odum S.M., et al. Midterm survivorship after revision total hip arthroplasty with a custom triflange acetabular component // *J Arthroplasty*. 2018. Vol. 33, N 2. P. 500–504. doi: 10.1016/j.arth.2017.09.026
26. Citak M., Kochsiek L., Gehrke T., et al. Preliminary results of a 3D-printed acetabular component in the management of extensive defects // *Hip Int*. 2018. Vol. 28, N 3. P. 266–271. doi: 10.5301/hipint.5000561
27. Садовой М.А., Павлов В.В., Базлов В.А., и др. Возможность 3D-визуализации дефектов вертлужной впадины на этапе предоперационного планирования первичного и ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2017. № 3. С. 37–42.
28. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Коваленко А.Н., и др. Применение индивидуальной трехфланцевой конструкции при ревизионном эндопротезировании с нарушением целостности тазового кольца (клинический случай) // *Травматология и ортопедия России*. 2016. Т. 22, № 1. С. 108–116.
29. Berasi C.C., Berend K.R., Adams J.B., et al. Are custom triflange acetabular components effective for reconstruction of catastrophic bone loss? // *Clin Orthop Relat Res*. 2014. Vol. 473, N 2. P. 528–535. doi: 10.1007/s11999-014-3969-z
30. Berend M.E., Berend K.R., Lombardi A.V., et al. The patient-specific triflange acetabular implant for revision total hip arthroplasty in patients with severe acetabular defects: planning, implantation, and results // *Bone Joint J*. 2018. Vol. 100-B, 1 suppl A. P. 50–54. doi: 10.1302/0301-620X.100B1.BJJ-2017-0362.R1
31. Barlow B.T., Oi K.K., Lee Y.Y., et al. Outcomes of custom flange acetabular components in revision total hip arthroplasty and predictors of failure // *J Arthroplasty*. 2016. Vol. 31, N 5. P. 1057–1064. doi: 10.1016/j.arth.2015.11.016
32. Корыткин А.А., Новикова Я.С., Морозова Е.А., и др. Индивидуальные трехфланцевые вертлужные компоненты при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава у пациентов со значительными дефектами вертлужной впадины: планирование, хирургическая техника, результаты // *Травматология и ортопедия России*. 2020. Т. 26, № 2. С. 20–30. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-2-20-30
33. Taunton M.J., Fehring T.K., Edwards P., et al. Pelvic discontinuity treated with custom triflange component: a reliable option // *Clin Orthop Relat Res*. 2012. Vol. 470, N 2. P. 428–434. doi: 10.1007/s11999-011-2126-1
34. Fröschén F.S., Randau T.M., Hischebeth G.T.R., et al. Mid-term results after revision total hip arthroplasty with custom-made acetabular implants in patients with Paprosky III acetabular bone loss // *Arch Orthop Trauma Surg*. 2020. Vol. 140, N 2. P. 263–273. doi: 10.1007/s00402-019-03318-0
35. Kieser D.C., Ailabouni R., Kieser S.C.J., et al. The use of an Ossis custom 3D-printed tri-flanged acetabular implant for major bone loss: minimum 2-year follow-up // *Hip Int*. 2018. Vol. 28, N 6. P. 668–674. doi: 10.1177/1120700018760817
36. Коваленко А.Н., Тихилов Р.М., Билык С.С., и др. Позиционирование индивидуальных вертлужных компонентов при ревизиях тазобедренного сустава: действительно ли они подходят как «ключ к замку»? // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2017. № 4. С. 31–37.

## AUTHORS' INFO

\* **Ovakim A. Aleksanyan**, MD, Cand. Sci. (Med.),  
traumatologist-orthopedist;  
address: 10 Priorova street, 127299 Moscow, Russia;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6909-6624>;  
e-mail: Hovakim1992@mail.ru

**Gamlet A. Chragyan**, MD, Cand. Sci. (Med.),  
traumatologist-orthopedist;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6457-3156>;  
eLibrary SPIN: 5580-8152;  
e-mail: chragyan@gmail.com

**Sergey V. Kagramanov**, MD, Dr. Sci. (Med.),  
traumatologist-orthopedist;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8434-1915>;  
eLibrary SPIN: 4670-7747;  
e-mail: kagramanov2001@mail.ru

## ОБ АВТОРАХ

\* **Алексанян Оваким Аргамович**, к.м.н.,  
врач травматолог-ортопед;  
адрес: Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, д. 10;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6909-6624>;  
e-mail: Hovakim1992@mail.ru

**Чрагян Гамлет Ашотович**, к.м.н.,  
врач травматолог-ортопед;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6457-3156>;  
eLibrary SPIN: 5580-8152;  
e-mail: chragyan@gmail.com

**Каграманов Сергей Владимирович**, д.м.н.,  
врач травматолог-ортопед;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8434-1915>;  
eLibrary SPIN: 4670-7747;  
e-mail: kagramanov2001@mail.ru

**Artem V. Ivanov, MD,**  
traumatologist-orthopedist;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6689-8947>;  
e-mail: dr.tomson@inbox.ru

**Konstantin Yu. Ukolov, MD, Cand. Sci. (Med.),**  
anesthesiologist;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5479-3208>;  
e-mail: ukolov\_doc@mail.ru

**Egor V. Polevoy, MD,**  
traumatologist-orthopedist;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2078-5410>;  
e-mail: poleegor@yandex.ru

**Иванов Артем Владимирович,**  
врач травматолог-ортопед;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6689-8947>;  
e-mail: dr.tomson@inbox.ru

**Уколов Константин Юревич, к.м.н.,**  
врач анестезиолог-реаниматолог;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5479-3208>;  
e-mail: ukolov\_doc@mail.ru

**Полевой Егор Викторович,**  
врач травматолог-ортопед;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2078-5410>;  
e-mail: poleegor@yandex.ru

---

\* Corresponding author / Автор, ответственный за переписку

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto114784>

# Хирургическое лечение переломов проксимального отдела плечевой кости с использованием оригинального трансплантата из аллогенной малоберцовой кости: ретроспективное когортное исследование

А.Ю. Ваза, А.М. Файн, К.И. Скуратовская, Р.С. Титов, Н.В. Боровкова, С.Ф. Гнетецкий, Ф.А. Шарифуллин, А.А. Файн

НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, Москва, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Введение.** Переломы проксимального отдела плечевой кости (ППОПК) встречаются довольно часто и составляют примерно 5% всех переломов. При таких переломах во время операции отломки тяжело сопоставить в правильном положении. Необходимы различные специальные приёмы для репозиции и стабильной фиксации отломков. Рассматривая наиболее целесообразные способы облегчения репозиции отломков и профилактики вторичного смещения, мы обратили внимание на публикации по использованию трансплантата малоберцовой кости.

**Цель.** Оценить эффективность применения нового аллогенного костно-коллагенового трансплантата из головки малоберцовой кости при остеосинтезе ППОПК пластиной с угловой стабильностью в условиях дефицита костной ткани.

**Материалы и методы.** Разработан оригинальный костно-коллагеновый аллогенный трансплантат из проксимального отдела малоберцовой кости. Проведён сравнительный анализ результатов лечения пациентов, оперированных с использованием аллотрансплантата головки малоберцовой кости (группа О — 48 пациентов, подгруппа О1 — 35 пациентов; срок — не менее 1 года после операции), и группы без применения аугментации трансплантатом (группа К — 32 человека). Результаты оценивали с помощью клинических, рентгенологических показателей, стандартизированной шкалы Constant Shoulder Score; также был выполнен статистический анализ.

**Результаты.** В группе О вторичное смещение не развилось ни у одного пациента, при этом в группе К оно отмечено у 5 (16%) наблюдаемых. Коллапс головки в группе О развился у 3 (7%), а в группе К — у 8 (25%) человек. Время проведения операции оказалось меньше в группе О, чем в группе К. Средний показатель по шкале Constant Scholder Score в подгруппе О1 составил 78, в группе К — 70 баллов. У всех пациентов при проведении мультиспиральной компьютерной томографии с течением времени отмечали истончение кортикального слоя трансплантата и исчезновение границы между губчатой частью трансплантата и костной тканью головки плечевой кости, что считали признаками перестройки и лизиса трансплантата.

**Заключение.** При тяжёлых ППОПК, сопровождающихся дефицитом кости, можно проводить органосохраняющие операции вне зависимости от возраста пострадавшего и получать вполне удовлетворяющие и пациента, и врача функциональные результаты. Предложенный нами метод хирургического лечения тяжёлых ППОПК, сопровождающихся дефицитом костной ткани, облегчает репозицию, сокращает время операции, уменьшает число осложнений.

**Ключевые слова:** трансплантат из головки малоберцовой кости; перелом проксимального отдела плечевой кости; дефицит костной ткани; аллотрансплантат.

## Как цитировать:

Скуратовская К.И., Ваза А.Ю., Файн А.М., Титов Р.С., Боровкова Н.В., Гнетецкий С.Ф., Шарифуллин Ф.А., Файн А.А. Хирургическое лечение переломов проксимального отдела плечевой кости с использованием оригинального трансплантата из аллогенной малоберцовой кости: ретроспективное когортное исследование // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2022. Т. 29, № 4. С. 367–378. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto114784>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto114784>

# Surgical treatment of proximal humerus fractures with using the original allogeneic fibula graft: retrospective cohort study

Alexandr Yu. Vaza, Alexey M. Fain, Kristina I. Skuratovskaya, Roman S. Titov, Natalya V. Borovkova, Sergey F. Gnetetskiy, Faat A.-K. Sharifullin, Anton A. Fain

Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine, Moscow, Russia

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** A proximal humerus fracture (PHF) is quite common and accounts for approximately 5% of all fractures. During surgery, these fractures make it difficult to correctly reattach the bone fragments. Various special techniques are needed for repositioning and stable fixation of the fragments. When considering the most effective ways to facilitate fracture repositioning and prevent secondary displacement, we paid attention to the publications on the use of the fibula graft.

**AIM:** To evaluate the effectiveness of a new allogeneic bone-collagen graft from the fibula head in PHF osteosynthesis with a plate having angular stability in conditions of bone tissue deficit.

**MATERIALS AND METHODS:** An original bone-collagen allogeneic graft from the proximal part of the fibula was developed. We carried out a comparative analysis of the treatment results in patients operated on using the fibula head allograft (group O — 48 patients, subgroup O1 – 35 patients; period – not less than 1 year after surgery) and the group without using augmentation graft (group K — 32 patients). The results were assessed using clinical, radiological, and standardized Constant Shoulder Score; the statistical analysis was also performed.

**RESULTS:** No patient in group O developed secondary dislocation, while in group K it was noted in 5 (16%) patients. Head collapse developed in 3 patients (7%) in group O and 8 (25%) in group K. Surgery time was shorter in group O than in group K. The mean Constant Shoulder Score in subgroup O1 was 78 and in group K 70. Thinning in the cortical layer of the graft and the border disappearance between the spongy part of the graft and the bone tissue of the humeral head were noted in all patients during multispiral CT scanning over time, which was considered a sign of graft remodeling and lysis.

**CONCLUSION:** In severe PHF with bone deficit, it is possible to perform organ preservation surgery regardless of the patient's age and obtain functional results satisfying both the patient and the physician. Our suggested method of severe PHF surgical treatment combined with bone deficit facilitates repositioning, reduces operation time, and decreases the number of complications.

**Keywords:** head fibular graft; proximal humeral fracture; bone deficiency; allograft.

## To cite this article:

Vaza AY, Fain AM, Skuratovskaya KI, Titov RS, Borovkova NV, Gnetetskiy SF, Sharifullin FA-K, Fain AA. Surgical treatment of proximal humerus fractures with using the original allogeneic fibula graft: retrospective cohort study. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2022;29(4):367–378. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto114784>

## ВВЕДЕНИЕ

Переломы проксимального отдела плечевой кости (ППОПК) встречаются довольно часто, составляют примерно 5% всех переломов и находятся на 3-м месте после переломов проксимального отдела бедренной кости и дистального метаэпифиза лучевой кости у пострадавших в возрасте старше 65 лет [1]. Развиваются эти переломы на фоне плохого качества кости и нередко сопровождаются дефицитом костной ткани, когда от головки плечевой кости в результате травмы остаётся только тонкая костно-хрящевая пластинка [2]. По данным литературы, около 20% пациентов с ППОПК нуждаются в оперативном лечении, поскольку только 20% переломов сопровождается клинически значимым смещением [3].

Мы госпитализируем всех пациентов с ППОПК, обратившихся в НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского (Москва). Смещение головки под углом  $>30^\circ$ , диафиза —  $>1$  см в сторону, большого бугорка —  $>0,5$  см и малого бугорка —  $>1,0$  см, то есть переломы по критериям Codman [4], наблюдают примерно в 60% случаев. Единого подхода, как и оптимального метода лечения нестабильных ППОПК, в настоящее время не существует. В Кокрейновском обзоре за 2012 год отмечено, что отдалённые функциональные исходы независимо от типа перелома лучше после консервативного лечения [5].

Прогнозировать функциональный исход при этом виде повреждения очень сложно. Мы стараемся оперировать пациентов с переломами со смещением, так как стремимся к большей предсказуемости результатов. Это сложные операции, которые должен выполнять опытный хирург. Во время вмешательства отломки тяжело сопоставить в правильном положении, особенно если головка плечевой кости похожа на яичную скорлупу. Необходимы различные специальные приёмы для репозиции и стабильной фиксации отломков. Даже если во время операции удалось прочно фиксировать отломки, то в послеоперационном периоде могут развиваться такие осложнения, как вторичное варусное смещение головки (особенно при разрушении медиальной колонны), коллапс головки и связанное с ним прорезывание винтов в сустав, несращение перелома, аваскулярный некроз головки с её лизисом или фрагментацией. По данным систематического обзора за 2011 год, число вышеперечисленных осложнений при остеосинтезе переломов ППОПК (как с дефицитом кости, так и без него) без применения аугментации может достигать 49%, а повторных операций — 14% [3].

Для укрепления зоны перелома запатентован и использован штифт из кортикального слоя аллогенной лиофилизированной кости; идея была перспективной, но к широкому применению не привела [6]. N. Viermann и соавт. в 2019 году в своём обзоре клинических и биомеханических исследований сделали вывод, что аугментация проксимального отдела плечевой кости при остеосинтезе пластиной — эффективная и безопасная процедура,

которая снижает число таких осложнений, как вторичное смещение отломков и прорезывание винтов, и показана при сложных переломах, сопровождающихся дефицитом костной ткани [7].

Рассматривая наиболее целесообразные способы облегчения репозиции отломков и профилактики вторичного смещения, мы обратили внимание на публикации по использованию трансплантата малоберцовой кости. Трансплантат устанавливают в костномозговой канал, он служит распоркой, поддерживающей головку плечевой кости и укрепляющей область перелома [8]. Этот способ показался нам наиболее интересным, поскольку наш институт обладает лабораторией консервирования клеток и тканей. В настоящее время существуют публикации о положительном клиническом опыте и биомеханических испытаниях, которые демонстрируют пользу применения трансплантата из малоберцовой кости в комбинации с остеосинтезом пластиной с угловой стабильностью. Y. Gao и соавт. в 2016 году опубликовали результаты проспективного исследования, где сравнили функциональные исходы после остеосинтеза ППОПК с аугментацией и после гемартропластики. Авторы установили, что функциональные результаты после остеосинтеза лучше [9].

**Цель исследования** — оценить эффективность применения нового аллогенного костно-коллагенового трансплантата из головки малоберцовой кости при остеосинтезе ППОПК пластиной с угловой стабильностью в условиях дефицита костной ткани.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

### Дизайн исследования

Проведено ретроспективное когортное исследование.

### Критерии соответствия

#### Критерии включения:

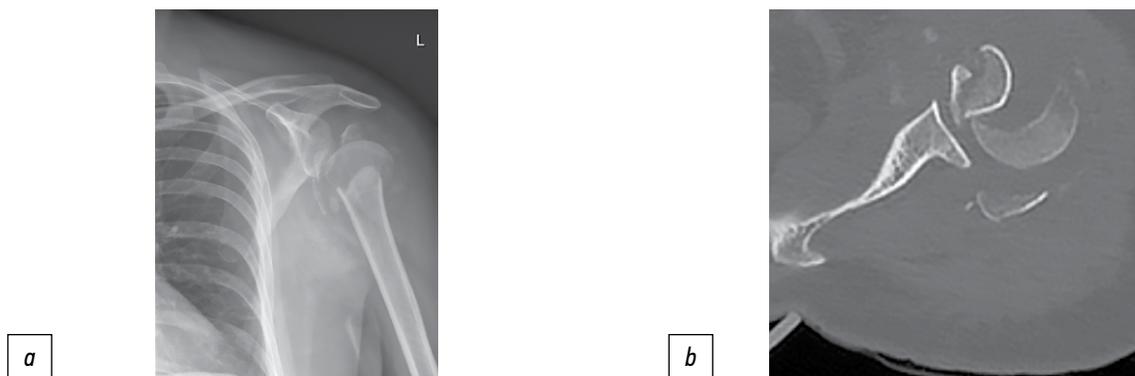
- возраст  $\geq 18$  лет;
- изолированная низкоэнергетическая травма;
- наличие 2–3–4-фрагментного перелома по классификации Neer со смещением, сопровождающегося дефицитом кости, т.е. при мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) головка плечевой кости визуализируется в виде «серпа», и бугорковая зона головки разрушена (рис. 1);
- отсутствие когнитивных нарушений.

#### Критерии исключения:

- открытые повреждения;
- не поддающиеся реконструкции разрушения головки плечевой кости.

### Условия проведения

Исследование проведено в НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского (Москва) с 2018 по 2021 гг.



**Рис. 1.** Четырёхфрагментный перелом по Неег с дефицитом кости.

*Примечание.* *a* — рентгенограмма левого плечевого сустава, *b* — мультиспиральная компьютерная томограмма, аксиальный срез — головка визуализируется в виде серпа, т.е. сохранена только субхондральная кость.

**Fig. 1.** Four-fragment Neer fracture with bone deficiency.

*Note.* *a* — radiograph of the left shoulder joint. *b* — MSCT axial section — the head is visualized in the form of a sickle, i.e. only the subchondral bone was preserved.

## Исходы исследования

Основной исход исследования — восстановление функциональности конечности (опросник, клинический тест). Дополнительные исходы — трансплантат облегчает репозицию головки плечевой кости, является укрепляющим аугментом и служит основой для восстановления костной ткани.

## Методы регистрации исходов

В послеоперационном периоде анализировали:

- качество репозиции;
- наличие вторичного смещения отломков после остеосинтеза;
- наличие прорезывания винтов, как первичного, так и вторичного, связанного с коллапсом головки;
- число несращения;
- количество нагноений.

Для анализа качества репозиции, положения фиксатора, а также динамики сращения перелома и перестройки-лизиса трансплантата всем больным были выполнены рентгенологическое исследование оперированного плечевого сустава в прямой задней проекции и МСКТ на следующий день, через 6 нед, 3 и 6 мес, через год после операции и далее 1 раз в год.

Признаками перестройки трансплантата считали отсутствие границы, признаков резорбции губчатой кости вокруг трансплантата в головке плечевой кости, истончение, исчезновение кортикального слоя трансплантата со временем на МСКТ-граммах в динамике.

Признаками удовлетворительной репозиции считали восстановление угла между головкой плечевой кости и диафизом от 100 до 150 °, сохранявшееся смещение бугорков не более, чем на 5 мм. Признаком вторичного смещения считали изменения величины угла между головкой и диафизом плечевой кости по сравнению с послеоперационными рентгено- и МСКТ-граммами.

Оценку результатов осуществляли при помощи функциональных измерений, шкал и тестов. Степень выраженности болевого синдрома оценивали по визуальной аналоговой шкале (ВАШ). Результат лечения плечевого сустава измеряли при помощи стандартизованной шкалы Constant Shoulder Score. Для измерения углов отведения, сгибания и ротационных движений в плечевом суставе использовали стандартный угломер. Силу отведения и сгибания в плечевом суставе (в кг) оценивали при помощи пружинного ручного динамометра. Проводили рентгенологическое исследование плечевого сустава и компьютерную томографию. Удовлетворённость пациентов лечением оценивали путём устного опроса.

## Анализ в подгруппах

Изучая динамику восстановления функции руки у пациентов в послеоперационном периоде, мы пришли к выводу, что степень окончательного восстановления функции для сопоставления с группой сравнения не следует оценивать ранее, чем через 1 год после операции, поскольку в послеоперационном периоде восстановление функции происходит медленно и к своему максимуму приходит не ранее, чем спустя год. Именно поэтому из группы 0 была выделена часть пациентов, у которых прошло больше года после операции. Таких оказалось 35 человек (подгруппа 01). В этой подгруппе по данным МСКТ сразу после операции и через 1 год измеряли объём головки для определения степени коллапса головки плечевой кости в послеоперационном периоде. В ней же были оценены функциональные исходы по шкале Constant Shoulder Score [10].

Ретроспективно была сформирована группа К из 32 пациентов, прооперированных по поводу ППОПК с дефицитом костной ткани до 2018 года без применения аугментации трансплантатом. Всем им был произведён остеосинтез пластиной с угловой стабильностью. Сроки

после операции составили от 2 до 7 лет. Возраст пациентов — от 36 до 84 лет, из них 9 мужчин и 23 женщины. Операция в группе К была проведена без соблюдения строгой последовательности манипуляций. Сухожилия ротаторов плеча прошивали только при их повреждении, для репозиции были применены приёмы не прямой репозиции, использовали спицы в качестве «джойстиков», широко пользовались костодержателями и однозубыми крючками. Результаты оценивали по тем же параметрам, что и в основной группе, не проводили только МСКТ.

Группы статистически значимо не различались по возрасту, периоду отслеживания. Правая верхняя конечность оперировалась чаще, чем левая, что оказалось статистически значимо. Эта травма в обеих группах чаще встречалась у женщин. По классификации Neer в обеих группах чаще встречались двухфрагментные переломы.

### Трансплантат для аугментации

Для аугментации проксимального отдела плечевой кости нами был разработан и запатентован [11] аллогенный недеминерализованный костно-коллагеновый трансплантат, состоящий из головки, шейки и верхней части диафиза малоберцовой кости (рис. 2).



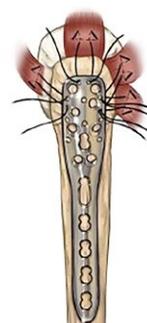
**Рис. 2.** Комбинированный костно-коллагеновый трансплантат из головки и проксимальной части диафиза малоберцовой кости (фото авторов).

**Fig. 2.** Combined bone-collagen graft from the head and proximal part of the diaphysis of the fibula (authors' photo).



**Рис. 3.** Трансплантат установлен в костномозговой канал. Сухожилия мышц-ротаторов прошиты (рисунок-схема).

**Fig. 3.** The graft was placed in the medullary canal. The tendons of the rotator muscles are sutured (Figure-scheme).



**Рис. 4.** Проведена репозиция с помощью натяжения нитей, протянутых через специальные отверстия в пластине (рисунок-схема).

**Fig. 4.** Reposition was carried out with the help of thread tension, stretched through special holes in the plate (Figure-scheme).

Установлено, что недеминерализованная аллогенная кость обладает низким остеокондуктивным потенциалом и очень долго, порой в течение нескольких лет, лизируется. Для уменьшения массы аллогенной кости, повышения остеокондуктивного потенциала, в заготовке трансплантата создавали большое число отверстий, пропитывали её раствором аллогенного коллагена 1-го типа и лиофилизировали. Отверстия заполняли гигроскопичной губкой из коллагена. Коллаген 1-го типа обладает выраженным остеокондуктивным эффектом. За счёт своей гигроскопичности губка может впитывать биологически активные вещества, приобретая остеостимулирующие свойства, что было доказано в эксперименте [12].

### Описание медицинского вмешательства

Операция состояла из следующих обязательных этапов [13]:

1. Использовали стандартный дельтопекторальный хирургический доступ.
2. Прошивали сухожилия подлопаточной, надостной и подостной мышцы прочными нитями (например, лавсан № 5).
3. Тягой за нити разводили оторванные большой и малый бугорок в стороны, и в костномозговой канал дистального отломка помещали трансплантат. Головка малоберцовой кости не позволяла ему проваливаться в диафиз и заполняла дефект головки плечевой кости (рис. 3).
4. Тягой за нити натягивали бугорки и костно-хрящевую часть головки плечевой кости на головку трансплантата как капюшон на голову.
5. Проводили нити через специальные отверстия пластины с угловой стабильностью для остеосинтеза проксимального отдела плечевой кости.
6. Позиционировали пластину по отношению к головке путём натяжения нитей. Положение головки и пластины контролировали с помощью флюороскопии (рис. 4).

7. При удовлетворительном положении головки по отношению к пластине через специальное отверстие в пластине проводили «центральную спицу». Пластины фиксировали к пластине двумя винтами, проведёнными в наиболее доступные отверстия.
8. В диафизе плечевой кости через овальное отверстие в пластине сверлили канал, вводили в него кортикальный винт и, ввинчивая винт, притягивали диафиз к пластине, производили репозицию диафиза по отношению к головке плечевой кости. Если при контрольной флюороскопии положение отломков и пластины нас устраивало — вводили остальные винты.
9. Последним этапом фиксировали бугорки к пластине, завязывали нити, проведённые через сухожилия ротаторов плеча.
10. Послойно ушивали рану.

### Послеоперационное ведение

Руку фиксировали косыночной повязкой на 6 нед, пассивные маятникообразные движения в плечевом суставе в пределах боли разрешали со следующего дня после операции. Активные движения добавляли к гимнастике через 2–4 нед после операции.

### Этическая экспертиза

Для проведения исследования было получено разрешение Локального этического комитета по биомедицинской этике ГБУЗ «Научно-исследовательский Институт Скорой Помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента Здравоохранения г. Москвы» (протокол № 3-19 от 19.08.2019г.).

### Статистический анализ

Статистический анализ проведён с помощью программы Statistica v. 13.3 (TIBCO Software Inc., США). Описательная статистика представлена в виде абсолютных ( $n$ ) и относительных (%) величин, медиан (Me), интерквартильных размахов (Q1; Q3), максимальных (max) и минимальных (min) значений. Большинство непрерывных данных имели распределение, отличное от нормального, поэтому сравнительный статистический анализ выполнен с использованием непараметрических критериев; дискретные данные сравнивали посредством двустороннего точного критерия Фишера (ТКФ), непрерывные несвязанные группы — при помощи  $U$ -критерия Манна–Уитни (M–W), связанные группы — путём применения критерия Вилкоксона (W). За уровень статистически значимой разницы было принято значение  $p \leq 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### Участники исследования

В исследовании участвовали 87 пациентов. Из них 55 (63%) человек были прооперированы по разработанной методике с использованием трансплантата головки

малоберцовой кости в период с 2018 по 2021 гг.; 7 пациентов вышли из-под наблюдения по разным причинам. Таким образом, в итоге нами наблюдались 48 (группа O) человек: 14 (30%) мужчин и 34 (70%) женщины. Возраст участников исследования — от 35 до 86 лет (средний возраст 69,8) (табл. 1). В группе O была выделена подгруппа O1 из 35 человек, период отслеживания которых составил более 1 года. В группу сравнения K были включены 32 пациента, прооперированные по поводу ППОПК без применения аугментации трансплантатом.

### Основные результаты исследования

При хирургическом лечении пациентов с ППОПК (группа O) использование аллогенного костно-коллагенового трансплантата из головки малоберцовой кости для остеосинтеза позволило существенно сократить время вмешательства (табл. 2) по сравнению с пациентами, которым был произведён остеосинтез пластиной с угловой стабильностью (группа K). Объём кровопотери у пациентов сравниваемых групп существенно не различался (см. табл. 2).

Результаты лечения пациентов сравниваемых групп представлены в табл. 3. Из 48 пациентов основной группы переломы срослись в 46 (96%) случаях, в группе сравнения из 32 пациентов сращение отмечали у 29 (91%) человек, хотя различия не достигли статистической значимости. При несращении переломов пациентам потребовались повторные операции — тотальное эндопротезирование плечевого сустава реверсивными конструкциями.

При анализе других послеоперационных осложнений было отмечено, что у 2 (4%) пациентов основной группы развился коллапс головки с прорезыванием винтов в полость сустава, что потребовало их удаления. Ещё у 1 (2%) пациентки коллапс головки оперированной плечевой кости с прорезыванием винтов и деструкцией головки развился к исходу 3-го года наблюдения. Пациентка страдает тяжёлым системным остеопорозом, от ревизионной операции категорически отказалась. Таким образом, коллапс головки плечевой кости с прорезыванием винтов в полость сустава развился у 3 (7%) человек из группы O против 8 (25%) пациентов в группе K ( $p=0,002$ ; ТКФ). Вторичного смещения головки у пациентов основной группы не произошло, тогда как в группе сравнения это осложнение зарегистрировано у 5 (16%) пациентов ( $p=0,006$ ; ТКФ).

Нагноение послеоперационной раны развилось у 2 (4%) пациентов группы O, причём в 1 наблюдении из-за нагноения пришлось удалить фиксаторы, головку плечевой кости, трансплантат и установить спейсер с антибиотиком. В группе K нагноение послеоперационной раны отмечено у 1 (3%) пациента ( $p=1,000$ ; ТКФ). В группе O остеомиелит развился у 1 (2%) пациента, при этом в группе K он также был диагностирован у 1 (3%) больного ( $p=0,513$ ; ТКФ). У 2 (4%) пациентов основной группы произошёл разрыв нити, удерживающей большой бугорок, развилось вторичное смещение. В связи с удовлетворительной функцией руки операцию по рефиксации бугорка не выполняли.

**Таблица 1.** Клинико-демографическая характеристика пациентов, включённых в исследование ( $n=80$ )**Table 1.** Clinical and demographic characteristics of patients included in the study ( $n=80$ )

Показатель	Группы				p, M-W или ТКФ
	O ( $n=48$ )		K ( $n=32$ )		
	Me (Q1; Q3) или n (%)	Min-max	Me (Q1; Q3) или n (%)	Min-max	
Возраст, лет	69 (33; 59)	35–86	65 (52; 80)	36–84	0,768 <sup>1</sup>
Пол, женский	34 (71)	–	23 (72)	–	1,000 <sup>2</sup>
Оперированная рука, правая	32 (67)	–	23 (72)	–	0,029 <sup>2</sup>
Период отслеживания, мес	12 (10;13)	6–24	12 (11; 13)	6–24	0,936 <sup>1</sup>
Классификация Neer	2-фрагментный		12 (38)		0,208 <sup>2</sup>
	3-фрагментный	11 (23)	–	16 (50)	–
	4-фрагментный	28 (58)		4 (12)	0,547 <sup>2</sup>
	9 (19)				

**Примечание.** (здесь и в табл. 2–5). 1 M-W — критерий Манна–Уитни, 2 ТКФ — точный критерий Фишера.

**Note.** (here and in Table 2–5). 1 M-W — Mann–Whitney test, 2 ТКФ — Fisher's exact test.

**Таблица 2.** Время операции и объём кровопотери пациентов, включённых в исследование**Table 2.** Time of operation and volume of blood loss of patients included in the study

Показатель	Группа	Значение		p, M-W
		Медиана (Q1; Q3)	Min-max	
Объём кровопотери	O	300 (300; 300)	250–350	=0,115
	K	300 (300; 350)	250–350	
Время операции	O	90 (80; 100)	60–120	<0,001
	K	120 (100; 135)	60–200	

**Таблица 3.** Послеоперационные осложнения у пациентов, включённых в исследование**Table 3.** Postoperative complications in patients included in the study

Осложнение	Группа	Число пациентов		p, ТКФ
		n	%	
Нагноение послеоперационной раны	O	2	4	=1,000
	K	1	3	
Остеомиелит	O	1	2	=0,513
	K	1	3	
Разрыв нити, удерживающей большой бугорок	O	2	4	=514
	K	0	0	
Несращение перелома	O	2	4	=0,384
	K	3	9	
Вторичное смещение головки	O	0	0	=0,006
	K	5	16	
Коллапс головки с прорезыванием винтов в полость сустава	O	3	7	=0,002
	K	8	25	

При анализе послеоперационных рентгено- и МСКТ-грамм у всех пациентов отмечено удовлетворительное положение отломков. В 3 (7%) случаях выявлено первичное прорезывание винтов в сустав из-за интраоперационной ошибки хирурга, что потребовало удаления этих винтов.



**Рис. 5.** Рекомендуемая длина винтов. Жёлтой линией отмечена граница установленного костного аллотрансплантата.

**Fig. 5.** Recommended screw length. The yellow line marks the border of the established bone allograft.

Ошибки обусловлены стремлением использовать максимально длинные винты для того, чтобы «захватить» субкортикальную кость. Стремиться к этому не нужно, поскольку помимо металлической конструкции перелом укрепляет трансплантат, и сухожилия ротаторов плеча подшиты к пластине (рис. 5). Значимого вторичного смещения отломков в послеоперационном периоде ни у кого, кроме 2 наблюдений с отрывом фрагмента большого бугорка, упомянутых ранее, зарегистрировано не было. То есть осложнения развились в 25% наблюдений, а повторные операции (в связи с несращением перелома и по причине прорезывания винтов) были выполнены в 8,33% наблюдений.

При МСКТ плечевого сустава в подгруппе О1 установлено, что у всех пациентов в течение года объём головки несколько уменьшился, но только у 2 (4%) человек это привело к прорезыванию винтов. В среднем объём головки плечевой кости после операции составил 50 (45,80) см<sup>3</sup> (от 43 до 88), через 1 год средний объём оказался равен 45 (35,80) см<sup>3</sup> (от 40 до 76;  $p=0,133$ ; W). Оценивали восстановление угла между головкой плечевой кости и диафизом (табл. 4). У всех пациентов при МСКТ с течением времени отмечали истончение кортикального слоя трансплантата и исчезновение границы между губчатой частью трансплантата и костной тканью головки плечевой кости, что считали признаками перестройки и лизиса трансплантата (рис. 6).

**Таблица 4.** Результаты (рентгенологическое исследование, мультиспиральная компьютерная томография) восстановления угла между головкой плечевой кости и диафизом у пациентов, включённых в исследование

**Table 4.** Results (X-ray examination, computed tomography) of the angle between the head of the humerus and the diaphysis restoration in patients included in the study

Группа, подгруппа	Срок выполнения МСКТ	Значение		$p$ ; M–W
		Медиана (Q1; Q3)	Min–max	
О1	Сразу после операции	135 (130; 140)	130–150	=0,002
	Через 1 год	130 (120; 135)	120–145	
К	Сразу после операции	130 (130; 135)	120–135	=0,165
	Через 1 год	115 (110; 120)	110–120	



*a*



*b*

**Рис. 6.** Результаты компьютерной томографии сразу после операции (*a*) и через год после неё (*b*).

**Fig. 6.** CT immediately after surgery (*a*) and one year after surgery (*b*).

При анализе функциональных исходов у пациентов подгруппы О1 обнаружен значительный разброс. Число баллов по шкале Constant Shoulder Score варьировало от 48 до 96 и в среднем составило 78 (72; 80) (табл. 5). При этом функциональный исход никак не зависел от возраста пациента и рентгенологической послеоперационной картины. Нами отмечено, что у большинства пациентов отсутствовала боль в оперированном плечевом суставе в покое и ночью. Только 2 (6%) человека жаловались на периодическое появление боли в пределах 2–3 баллов по ВАШ в отличие от пациентов группы сравнения, где умеренную боль в пределах 2–4 баллов зафиксировали у 5 (16%) человек ( $p=0,430$ ; ТКФ).

Градус отведения, наружная и внутренняя ротация, балл по шкале Constant у пациентов подгруппы О1 были статистически значимо выше по сравнению с пациентами группы К (см. табл. 5). В подгруппе О1 число пациентов, у которых верхняя конечность ротировалась кнутри до XII грудного позвонка (19 пациентов из 35, 84%), было значимо больше, чем в группе К (6 пациентов из 32, 23%;  $p=0,005$ ; ТКФ).

## ОБСУЖДЕНИЕ

Наше исследование демонстрирует, что при тяжёлых ППОПК можно проводить органосохраняющие операции независимо от возраста пострадавшего и получать вполне удовлетворяющие и пациента, и врача функциональные результаты. Благодаря отработанным этапам операции трудоёмкая репозиция становится несложной, прошивание сухожилий ротаторов плеча помогает позиционированию пластины, а их фиксация к пластине способствует сохранению величины достигнутого угла между головкой и диафизом плечевой кости. Операция становится менее сложной, о чём свидетельствует сокращение операционного времени. Головка комбинированного трансплантата становится не только укрепляющей основой, но и материалом для восстановления губчатой кости головки плечевой кости. Диафизарная часть трансплантата

постепенно лизируется и не препятствует возможному эндопротезированию.

Почти в 2 раза уменьшилось число осложнений и повторных операций по сравнению с данными систематического обзора, опубликованного R.C. Sproul и соавт. в 2011 году, в котором представлены результаты остеосинтеза ППОПК без применения аугментации [3], и в сопоставлении с группой К: сократилось время операции ( $p<0,001$ ), уменьшилось число вторичных смещений отломков ( $p=0,006$ ; ТКФ), уменьшилась степень коллапса головки плечевой кости ( $p=0,002$ ; ТКФ). Всё вышесказанное подтверждает тот факт, что предложенный нами метод хирургического лечения тяжёлых ППОПК, сопровождающихся дефицитом костной ткани, имеет право на существование, и исследования в этом направлении должны продолжаться.

Проанализировав причины развития послеоперационных осложнений, мы сформулировали для себя рекомендации по их хирургической профилактике.

Так, в подавляющем большинстве случаев для остеосинтеза ППОПК необходимо использовать короткие пластины (на 3 диафизарных отверстия). Использование более длинных пластин создаёт дополнительные трудности с позиционированием пластины, усложняет и удлиняет операцию, может приводить к слишком высокой её установке и дополнительно травмирует место прикрепления дельтовидной мышцы к плечевой кости.

Мы отказались от грубых репозиционных инструментов, таких как костодержатели, однозубые крючки и т.д. Использование нитей для репозиции отломков уменьшает агрессивность хирургического вмешательства. При прошивании сухожилий необходимо использовать достаточно длинные нити для удобства работы с ними.

Не следует задействовать все имеющиеся отверстия в проксимальной части пластины. Введение более 5 винтов в головку плечевой кости не увеличивает прочность фиксации, но уменьшает объём губчатого вещества кости проксимального отдела и повышает риск развития прорезывания винтов.

**Таблица 5.** Клинические и рентгенологические данные пациентов, включённых в исследование

**Table 5.** Clinical and radiological data of patients included in the study

Группа, подгруппа	Функция	Показатель		p; M–W
		Медиана (Q1; Q3)	Min–max	
О1	Отведение	135 (120; 150)	50–180	<0,001
К		100 (100; 115)	70–125	
О1	Наружная ротация	24 (16; 24)	10–32	0,007
К		18 (15; 18)	10–24	
О1	Переднее сгибание	120 (115; 130)	90–160	0,001
К		110 (100; 120)	90–150	
О1	Constant	78 (72; 80)	48–96	<0,001
К		70 (68; 73)	60–92	

В большинстве рекомендаций по остеосинтезу проксимального отдела плечевой кости считается правильной установка винтов до субхондрального слоя головки. Однако при переломах с дефицитом кости в послеоперационном периоде происходит коллапс головки, и установленные таким образом винты выходят в полость плечевого сустава, причиняя пациенту боль. Для профилактики этого осложнения мы стараемся устанавливать как можно более короткие винты, которые на несколько миллиметров выходят за пределы трансплантата. За счёт трансплантата, который служит опорой для суставной поверхности головки плечевой кости, и фиксации нитей от сухожилий вращающей манжеты плеча к пластине создаются достаточные условия для стабильной фиксации, и установки максимально длинных винтов не требуется.

### Ограничения исследования

Ограничением исследования является его ретроспективный характер. В дальнейшем нами планируется проведение проспективного сравнительного исследования с предварительным расчётом размера выборки, что будет соответствовать принципам доказательной медицины

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сравнительная оценка морфологических изменений, а также статистический анализ данных показали,

что результаты операций с применением комбинированного аллогенного трансплантата из головки малоберцовой кости лучше. Почти в два раза уменьшилось количество осложнений и повторных операций по сравнению с остеосинтезом таких переломов без использования аугментации, связанных с коллапсом головки и вторичным смещением отломков.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ / ADDITIONAL INFO

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

**Author's contribution.** Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of 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. Baron J.A., Karagas M., Barrett J., et al. Basic epidemiology of fractures of the upper and lower limb among Americans over 65 years of age // *Epidemiology*. 1996. Vol. 7, N 6. P. 612–618. doi: 10.1097/00001648-199611000-00008
2. Walsh S., Reindl R., Harvey E., et al. Biomechanical comparison of a unique locking plate versus a standard plate for internal fixation of proximal humerus fractures in a cadaveric model // *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2006. Vol. 21, N 10. P. 1027–1031. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2006.06.005
3. Sproul R.C., Iyengar J.J., Devic Z., Feeley B.T. A systematic review of locking plate fixation of proximal humerus fractures // *Injury*. 2011. Vol. 42, N 4. P. 408–413. doi: 10.1016/j.injury.2010.11.058
4. José M.M.G., Juan S.P., Alejandro C.S. Updated Classification System for Proximal Humeral Fractures // *Clin Med Res*. 2009. Vol. 7, N 1–2. P. 32–44. doi: 10.3121/cmr.2009.779
5. Handoll H.H.G., Olliver B.J., Rollins K.E. Interventions for treating proximal humeral fractures in adults // *Cochrane Database Syst Rev*. 2012. N 12. CD000434. doi: 10.1002/14651858.CD000434.pub3
6. Патент РФ на изобретение № 2341222/2008. Похвощев Д.П., Клюквин И.Ю. Остеосинтез проксимального отдела плечевой кости. Режим доступа: <https://findpatent.ru/patent/234/2341222.html>. Дата обращения: 06.03.2023.
7. Biermann N., Wolf C.P., Wolfgäng B., et al. Augmentation of plate osteosynthesis for proximal humeral fractures: a systematic review of current biomechanical and clinical studies // *Arch Orthop Trauma Surg*. 2019. Vol. 139, N 8. P. 1075–1099. doi: 10.1007/s00402-019-03162-2
8. Tan E., Lie D., Wong M.K. Early outcomes of proximal humerus fracture fixation with locking plate and intramedullary fibular strut graft // *Orthopedics*. 2014. Vol. 37, N 9. P. 822–827. doi: 10.3928/01477447-20140825-60
9. Chen H., Ji X., Gao Y., et al. Comparison of intramedullary fibular allograft with locking compression plate versus shoulder hemiarthroplasty for repair of osteoporotic four-part proximal humerus fracture: Consecutive, prospective, controlled, and comparative study // *Orthop Traumatol Surg Res*. 2016. Vol. 102, N 3. P. 287–292. doi: 10.1016/j.otsr.2015.12.021
10. Constant C.R., Murley A.H. A clinical method of functional assessment of the shoulder // *Clin Orthop Relat Res*. 1987. N 214. P. 160–164.
11. Патент РФ на изобретение № 2721873C1/2019. Ваза А.Ю., Файн А.М., Боровкова Н.В., и др. Аллогенный комбинированный костный трансплантат для лечения сложных переломов проксимального отдела плечевой кости, способ его получения. Режим доступа: <https://i.moscow/patents>. Дата обращения: 06.02.2023.
12. Ваза А.Ю., Макаров М.С., Сластилин В.В., и др. Эффективность комбинации аллогенной богатой тромбоцитами плазмы

с коллагеном при лечении дефектов бедренной кости у крыс // Трансплантология. 2016. № 2. С. 36–44.

13. Патент РФ на изобретение № RU 2712298/28.01.2020. Титов Р.С., Файн А.М., Ваза А.Ю., и др. Способ остеосинтеза

при переломах проксимального отдела плечевой кости. Режим доступа: [https://i.moscow/patents/ru2712298c1\\_20200128](https://i.moscow/patents/ru2712298c1_20200128). Дата обращения: 06.03.2023.

## REFERENCES

1. Baron JA, Karagas M, Barrett J, et al. Basic epidemiology of fractures of the upper and lower limb among Americans over 65 years of age. *Epidemiology*. 1996;7(6):612–618. doi: 10.1097/00001648-199611000-00008
2. Walsh S, Reindl R, Harvey E, et al. Biomechanical comparison of a unique locking plate versus a standard plate for internal fixation of proximal humerus fractures in a cadaveric model. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2006;21(10):1027–1031. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2006.06.005
3. Sproul RC, Iyengar JJ, Devic Z, Feeley BT. A systematic review of locking plate fixation of proximal humerus fractures. *Injury*. 2011;42(4):408–413. doi: 10.1016/j.injury.2010.11.058
4. José MMG, Juan SP, Alejandro CS. Updated Classification System for Proximal Humeral Fractures. *Clin Med Res*. 2009;7(1–2):32–44. doi: 10.3121/cmr.2009.779
5. Handoll HHG, Ollivere BJ, Rollins KE. Interventions for treating proximal humeral fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012;12:CD000434. doi: 10.1002/14651858.CD000434.pub3
6. Patent RUS N 2341222/2008. Pokhvashchev DP, Klyukvin IYu. *Osteosintez proksimal'nogo otdela plechevoi kosti*. Available from: <https://findpatent.ru/patent/234/2341222.html>. Accessed: 06.03.2023. (In Russ).
7. Biermann N, Wolf CP, Wolfgäng B, et al. Augmentation of plate osteosynthesis for proximal humeral fractures: a systematic review of current biomechanical and clinical studies. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2019;139(8):1075–1099. doi: 10.1007/s00402-019-03162-2
8. Tan E, Lie D, Wong MK. Early outcomes of proximal humerus fracture fixation with locking plate and intramedullary fibular strut graft. *Orthopedics*. 2014;37(9):822–827. doi: 10.3928/01477447-20140825-60
9. Chen H, Ji X, Gao Y, et al. Comparison of intramedullary fibular allograft with locking compression plate versus shoulder hemiarthroplasty for repair of osteoporotic four-part proximal humerus fracture: Consecutive, prospective, controlled, and comparative study. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2016;102(3):287–292. doi: 10.1016/j.otsr.2015.12.021
10. Constant CR, Murley AH. A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res*. 1987;214:160–164.
11. Patent RUS N 2721873C1/2019. Vaza AYU, Fain AM, Borovkova NV, et al. *Allogennyi kombinirovannyi kostnyi transplantat dlya lecheniya slozhnykh perelomov proksimal'nogo otdela plechevoi kosti, sposob ego polucheniya*. Available from: <https://findpatent.ru/patent/234/2341222.html>. Accessed: 06.03.2023. (In Russ).
12. Vaza AYU, Makarov MS, Slastinin VV, et al. Efficiency of allogenic platelet-rich plasma, combined with collagen, in rat's humerus injury healing. *Transplantologiya. The Russian Journal of Transplantation*. 2016;2:36–44. (In Russ).
13. Patent RUS N RU 2712298/28.01.2020. Titov RS, Fain AM, Vaza AYU, et al. *Sposob osteosinteza pri perelomakh proksimal'nogo otdela plechevoi kosti*. Available from: [https://i.moscow/patents/ru2712298c1\\_20200128](https://i.moscow/patents/ru2712298c1_20200128). Accessed: 06.03.2023. (In Russ).

## ОБ АВТОРАХ

### \* Скуратовская Кристина Ивановна,

младший научный сотрудник, врач травматолог-ортопед;  
адрес: Россия, 129090, Москва, Большая Сухареvская пл., д. 3;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3074-453X>;  
eLibrary SPIN: 6768-3041;  
e-mail: kris-sku@yandex.ru

### Ваза Александр Юльевич, к.м.н.,

ведущий научный сотрудник;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4581-449X>;  
eLibrary SPIN: 9664-0137;  
e-mail: VazaAU@sklif.mos.ru

### Файн Алексей Максимович, д.м.н., профессор,

врач травматолог-ортопед;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8616-920X>;  
eLibrary SPIN: 2232-0852;  
e-mail: FainAM@sklif.mos.ru

### Титов Роман Сергеевич, к.м.н.,

старший научный сотрудник, врач травматолог-ортопед;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2960-8736>;  
e-mail: TitovRS@sklif.mos.ru

## AUTHORS INFO

### \* Kristina I. Skuratovskaya, junior researcher,

traumatologist-orthopedist;  
address: 3 Bolshaya Sukharevskaya Sq., 129090, Moscow, Russia;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3074-453X>;  
eLibrary SPIN: 6768-3041;  
e-mail: kris-sku@yandex.ru

### Alexandr Yu. Vaza, MD, Cand. Sci. (Med.), leading researcher,

traumatologist-orthopedist;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4581-449X>;  
eLibrary SPIN: 9664-0137;  
e-mail: VazaAU@sklif.mos.ru

### Alexey M. Fain, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor,

traumatologist-orthopedist;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8616-920X>;  
eLibrary SPIN: 2232-0852;  
e-mail: FainAM@sklif.mos.ru

### Roman S. Titov, MD, Cand. Sci. (Med.), senior researcher,

traumatologist-orthopedist;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2960-8736>;  
e-mail: TitovRS@sklif.mos.ru

**Боровкова Наталья Валерьевна**, д.м.н.;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8897-7523>;  
eLibrary SPIN: 9339-2800;  
e-mail: BorovkovaNV@sklif.mos.ru

**Гнетецкий Сергей Феликсович**, д.м.н.,  
ведущий научный сотрудник, врач травматолог-ортопед;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9932-1653>;  
eLibrary SPIN: 5800-3960;  
e-mail: GnetetskiySF@sklif.mos.ru

**Шарифуллин Фаат Абдул-Каюмович**, д.м.н.,  
главный научный сотрудник;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7483-7899>;  
eLibrary SPIN: 8806-0316;  
e-mail: SharifullinVA@sklif.mos.ru

**Файн Антон Алексеевич**,  
врач-рентгенолог;  
eLibrary SPIN: 1226-9372;  
e-mail: FaynAA@sklif.mos.ru

**Natalya V. Borovkova**, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8897-7523>;  
eLibrary SPIN: 9339-2800  
e-mail: BorovkovaNV@sklif.mos.ru

**Sergey F. Gnetetskiy**, MD, Dr. Sci. (Med.), leading researcher,  
traumatologist-orthopedist;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9932-1653>;  
eLibrary SPIN: 5800-3960;  
e-mail: GnetetskiySF@sklif.mo.ru

**Faat A.-K. Sharifullin**, MD, Dr. Sci. (Med.),  
chief researcher;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7483-7899>;  
eLibrary SPIN: 8806-0316;  
e-mail: SharifullinVA@sklif.mos.ru

**Anton A. Fain**,  
radiologist;  
eLibrary SPIN: 1226-9372;  
e-mail: FaynAA@sklif.mos.ru

---

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto253610>

# Characteristics of *m. Psoas minor* and *m. Sacrocaudalis (coccygeus) dorsalis lateralis* in simultaneous modeling of lateral interbodial spinnylodesis and posterior sacro-iliac joint arthodesis

Galina N. Filimonova<sup>1</sup>, Olga V. Diuriagina<sup>1</sup>, Nikolai I. Antonov<sup>1</sup>, Maksim V. Stogov<sup>1</sup>, Sergei O. Ryabykh<sup>2</sup>, Natalia V. Tushina<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ilizarov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russia

<sup>2</sup> Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** Simultaneous surgical interventions on the spine with the use of high-tech instruments and minimally invasive access techniques allow to eliminate several problems all at once, to activate patients at an early date and to reduce the number of complications.

**AIM:** To evaluate morphological changes to evaluate morphological changes in the *m. Psoas minor* and *m. Sacrocaudalis dorsalis lateralis* during simultaneous modeling of lateral interbody fusion and posterior sacroiliac joint arthrodesis

**MATERIALS AND METHODS:** Experiments were carried out on 14 outbred dogs; 3 animals formed a control group. The animals underwent consecutive lateral interbody fusion of the lumbar spine and posterior arthrodesis of the sacroiliac joint. The lumbar spine and sacroiliac joint were stabilized with external fixation device. Paraffin sections of muscles were stained with hematoxylin-eosin, according to Van Gieson, and Masson. Biochemical analysis of blood serum was performed during the experiment.

**RESULTS:** The morphological study of the muscles revealed pathohistological features such as an increase in the variety of myosinoplasm diameters, loss of their profiles polygonality, massive fibers fatty degeneration, endo- and perimysial fibrosis, sclerotization of vessel membranes, obliteration of their lumens. At the end of the experiment, the degree of the small lumbar muscle fibrosis was 161% and of the sacrocaudal dorsal lateral muscle fibrosis was 240% of the control parameters ( $p < 0.05$ ); the rate of the muscle fatty infiltration was 339 and 310% of the normal value, respectively. The sacroiliac-caudal dorsal lateral muscle underwent more marked changes, especially in the early stages of the experiment. A significant increase in the enzymes activity, skeletal muscle damage markers was detected on the 14th day after surgery.

**CONCLUSION:** Simultaneous surgical interventions on the spine should minimize mechanical effects on the paravertebral muscles and use techniques to stimulate their function in the postoperative period, which will reduce the processes of fibrogenesis and fat involution as well as provide an overall shorter rehabilitation period for the target patients.

**Keywords:** simultaneous operations; lateral interbody fusion; posterior arthrodesis; psoas minor; sacrocaudalis dorsalis lateralis muscle; blood biochemistry.

## To cite this article:

Filimonova GN, Diuriagina OV, Antonov NI, Stogov MV, Ryabykh SO, Tushina NV. Characteristics of *m. Psoas minor* and *m. Sacrocaudalis (coccygeus) dorsalis lateralis* in simultaneous modeling of lateral interbodial spinnylodesis and posterior sacro-iliac joint arthodesis. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2022;29(4):379–390. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto253610>

Received: 20.02.2023

Accepted: 06.03.2023

Published: 16.03.2023

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto253610>

# Характеристика *m. Psoas minor* и *m. Sacrocaudalis (coccygeus) dorsalis lateralis* при симультанном моделировании бокового межтелового спондилодеза и заднего артродеза крестцово-подвздошного сустава

Г.Н. Филимонова<sup>1</sup>, О.В. Дюрягина<sup>1</sup>, Н.И. Антонов<sup>1</sup>, М.В. Стогов<sup>1</sup>, С.О. Рябых<sup>2</sup>, Н.В. Тушина<sup>1</sup><sup>1</sup> НМИЦ травматологии и ортопедии им. акад. Г.А. Илизарова, Курган, Российская Федерация<sup>2</sup> НМИЦ травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Москва, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Введение.** Симультанные хирургические вмешательства на позвоночнике с применением высокотехнологичного инструментария и малоинвазивных методик доступа позволяют одновременно устранить несколько проблем, активизировать пациентов в ранние сроки и уменьшить количество осложнений.

**Цель.** Оценка морфологических изменений малой поясничной и крестцово-каудальной (копчиковой) дорсальной латеральной мышц при симультанном моделировании бокового межтелового спондилодеза и заднего артродеза крестцово-подвздошного сустава.

**Материалы и методы.** Проведены эксперименты на 14 беспородных собаках, 3 особи составили группу контроля. Животным последовательно выполняли боковой межтеловой спондилодез поясничного отдела позвоночника и задний артродез крестцово-подвздошного сустава. Поясничный отдел и крестцово-подвздошный сустав стабилизировали аппаратом внешней фиксации. Парафиновые срезы мышц окрашивали гематоксилином-эозином, по Ван-Гизону, по Массону. На сроках эксперимента проводили биохимический анализ сыворотки крови.

**Результаты.** В ходе морфологического исследования мышц выявлены патогистологические особенности, такие как увеличение разнообразия диаметров миосимпластов, утрата полигональности их профилей, массовая жировая дегенерация волокон, фибрирование эндо- и перимизия, склеротизация оболочек сосудов, облитерация их просветов. По окончании эксперимента степень фиброза малой поясничной мышцы составила 161%, крестцово-каудальной дорсальной латеральной мышцы — 240% от контрольного значения ( $p < 0,05$ ); показатель жировой инфильтрации мышц составил соответственно 339 и 310% от нормы. Более выраженным изменениям подвергается крестцово-каудальная дорсальная латеральная мышца, особенно на ранних этапах эксперимента. Обнаружен достоверно значимый рост активности ферментов — маркеров повреждения скелетных мышц на 14-е сутки после операции.

**Заключение.** При симультанных хирургических вмешательствах на позвоночнике необходимо минимизировать механические воздействия на паравертебральные мышцы, использовать приёмы стимуляции их функции в послеоперационный период, что позволит уменьшить процессы фиброгенеза и жировой инволюции и обеспечит в целом сокращение периода реабилитации целевых пациентов.

**Ключевые слова:** симультанные операции; боковой межтеловой спондилодез; задний артродез; малая поясничная мышца; крестцово-каудальная дорсальная латеральная мышца; биохимия крови.

## Как цитировать:

Филимонова Г.Н., Дюрягина О.В., Антонов Н.И., Стогов М.В., Рябых С.О., Тушина Н.В. Характеристика *m. Psoas minor* и *m. Sacrocaudalis (coccygeus) dorsalis lateralis* при симультанном моделировании бокового межтелового спондилодеза и заднего артродеза крестцово-подвздошного сустава // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2022. Т. 29, № 4. С. 379–390. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto253610>

## INTRODUCTION

Simultaneous (combined) surgeries involved up to five different manipulations performed during a single surgical procedure. For example, for polytrauma (with fewer anesthesia procedures), the duration of treatment and recovery is shortened, and the overall stress level of the patient is reduced [1–3]. Combined spinal surgery using high-tech instruments and minimally invasive access techniques allows for dealing with several problems simultaneously, making patients active at an early stage and reducing complications [4]. In severe high-energy injuries of the thoracolumbar spine, combined surgery is a reliable method of achieving sufficient decompression, repositioning, and reconstruction [5]. Multilevel vertebroplasty for multiple compression fractures is also safe and offers significant benefits when performed simultaneously [6].

For degenerative scoliosis of the lumbar spine, the lumbar lateral interbody fusion (LLIF) approach is used [7]. The safety and efficiency of the sacroiliac joint (SIJ) arthrodesis technique with titanium implants for the treatment of degenerative sacroiliitis and joint rupture was established [8]. Triangular titanium implants are increasingly being used for SIJ arthrodesis, resulting in rapid pain reduction and improved quality of life [9–11]. Thus, good results are obtained in minimally invasive arthrodesis with the use of three-dimensional cages (*iFuse Implant System*) [12, 13].

Numerous studies have evaluated paravertebral muscles in spinal pathologies and their status after surgical interventions [14–16]. Microscopic features of muscle tissue, such as myosinplastic diameters, their distribution and profile features, muscle fat infiltration, degree of fibrosis, and muscle atrophy have been evaluated [17, 18]. No studies have examined histological features of paravertebral muscles during concomitant spine surgeries using the LLIF and posterior SIJ arthrodesis, which determined the expediency of this study.

This study aimed to assess morphological changes in the small lumbar (*m. psoas minor*) and sacrococcygeal (coccygeal) dorsal lateral muscles (*m. sacrocaudalis dorsalis lateralis*) during simultaneous simulation of lateral interbody fusion and posterior SIJ arthrodesis.

## MATERIALS AND METHODS

### Study design

The study was conducted at the Ilizarov National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics. It is part of a prospective experimental study on skeletally mature male and female outbred dogs with a bodyweight

of  $13.0 \pm 4.0$  kg and a shin length of 12–14 cm. The level of evidence was IIb.

The experiment was performed in 2019–2021 within the state assignment “Development and assessment of the efficiency of patient-centered implants in the surgery of the axial skeleton,” Direction No. 8. Research registration no. AAAA-A18-118011190118-8. Data processing was conducted in 2022.

### Study ethics

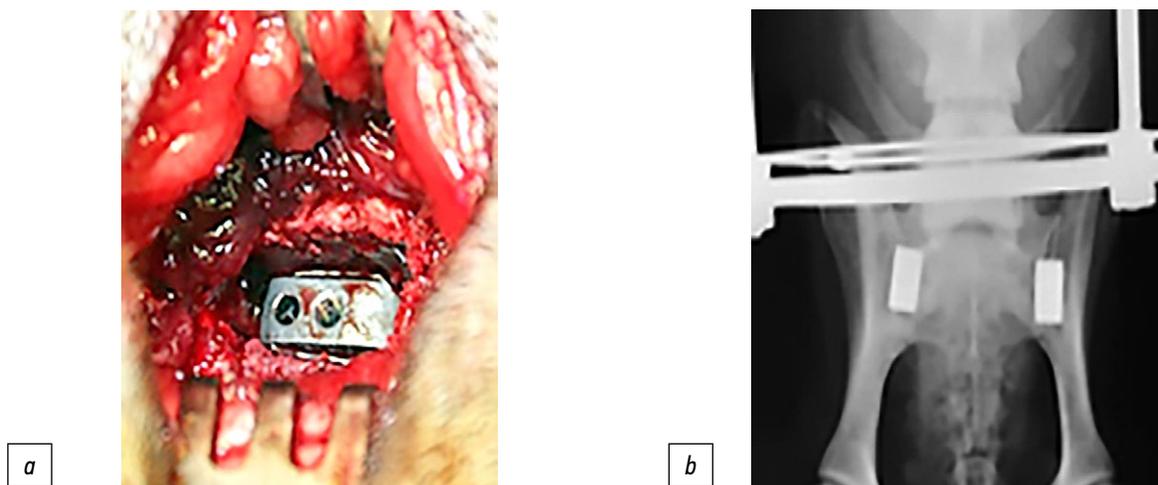
The study was approved by the local ethics committee of the Ilizarov National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics (Minutes No. 2/5 dated May 17, 2018). The animals were kept in aviaries under standard vivarium conditions in accordance with GOST 33215-2014 dated December 22, 2014, No. 73-P “Guidelines for the maintenance and care of laboratory animals: Environment, housing, and management” and GOST 33217-2014 “Guidelines for the maintenance and care of laboratory animals. Species-specific provisions for laboratory predatory mammals.”

### Description of the experimental intervention

The main goal of the experiment was to examine the safety and primary efficiency of 3D titanium cages for interbody fusion and iliosacral blocking. The experimental group consisted of 14 animals, and the control group included three animals. Premedications included 1% dimedrol (0.02 mg/kg), 0.1% atropine sulfate (0.02 mg/kg), 1% droperidol (0.5 mg/kg), and 2% rometar (1 mg/kg). For intravenous anesthesia, 5% sodium thiopental solution at a dose of 10 mg/kg was administered. The animals were removed from the experiment after 6 ( $n=5$ ), 12 ( $n=6$ ), and 18 ( $n=3$ ) months. Euthanasia was performed after premedication, followed by the administration of a lethal dose of barbiturates.

### Experimental model

Surgical access to the lumbar spine was performed on the right side at the level of the apices of the transverse processes of  $L_{IV-VI}$ . The cage was inserted using the impaction method until full penetration into the interbody space (Fig. 1a). The wound was sutured in layers [19]. At the second stage of surgery, sacrocaudal dorsal lateral muscles were displaced medially to access the SIJ at the  $L_{VII}$  and  $S_{I-II}$  levels. A bed for the cage was formed in the articular SIJ surfaces. The adjacent bone tissue of the iliac wing and sacrum was captured. The implant was impacted (Fig. 1b), and the wound was sutured in layers. The SIJ and lumbar spine were stabilized with an Ilizarov apparatus for 30 days.



**Fig 1.** Surgical field: *a* — titanium cage between the sacrum and the wings of the ilium of the lumbar vertebrae; *b* — the position of the cages in the sacroiliac joints (sacrum).

### Histological examinations of the paraspinal muscles

The small lumbar and sacrocaudal (coccygeal) dorsal lateral muscles were examined after 6, 12, and 18 months of the experiment. Muscle fragments were excised from the right side of the spine in the projection of implant insertion into the interbody space and fixed in 2% glutaric and 2% paraformaldehyde mixture in equal volumes. After histological examination, the material was embedded in paraffin, and the sections were stained with hematoxylin-eosin according to Van Gieson and Masson trichrome procedures. The sections were examined using an AxioScope. A1 stereomicroscope and an AxioCam digital camera (Carl Zeiss MicroImaging GmbH, Germany). The images were used for stereometry. The volume density ( $\text{mm}^3/\text{mm}^3$ ) of muscle fibers ( $V_{\text{mf}}$ ), microvessels ( $V_{\text{mv}}$ ), endomysium ( $V_{\text{end}}$ ), and nuclear component of the muscle tissue ( $V_{\text{n}}$ ) and the numerical density ( $\text{mm}^{-2}$ ) of the myosmyplasts and microvessels ( $N_{\text{Amf}}$ ;  $N_{\text{Amv}}$ ) were calculated. In addition, the muscle vascularization index ( $I_{\text{vasc}}$ ), which indirectly evaluates muscle oxygenation, was calculated, and  $N_{\text{Amv}}/N_{\text{Amf}}$  was a species constant.

### Biochemical blood serum tests

The serum concentrations of total protein, C-reactive protein, and skeletal muscle damage markers such as creatine phosphokinase (CPK) and aminotransferases (aspartate transaminase and alanine transaminase) were determined at different periods of the experiment. The levels of total protein, C-reactive protein, and enzyme activity were determined on a Hitachi 902 Biochemical Automatic Analyzer (USA) using reagent kits from BioSystem (Spain) and Vector Best (Novosibirsk, Russia).

### Statistical analysis

*Principles of sample size calculation: The sample size was not preliminarily calculated.*

*Methods of statistical data analysis*

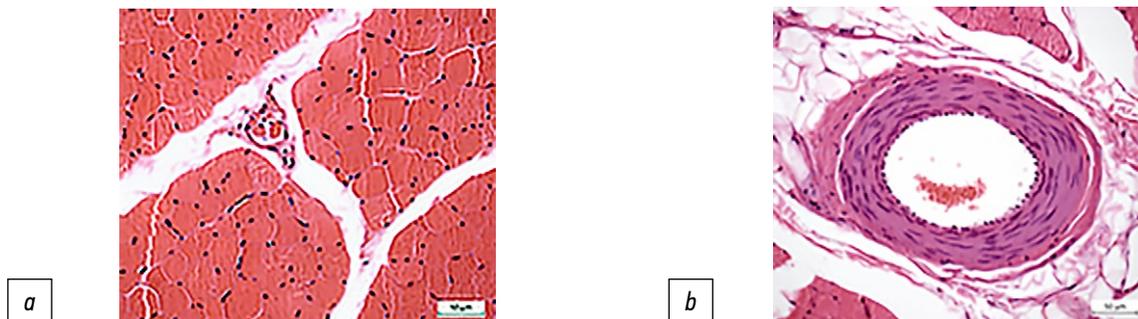
1. Static analysis of stereometric data: (a) Digital material was processed using AtteStat version 13.1 (Russia) [20]. (b) Arithmetic mean ( $M$ ) and standard error of mean ( $m$ ) were determined. (c) The reliability of differences was estimated using nonparametric Wilcoxon test for independent samples, and the statistical significance level of differences was set at  $p < 0.05$ .
2. Statistical analysis of biochemical data: (a) Digital material was processed using AtteStat version 13.1 (Russia) [20]. (b) The reliability of differences between the values obtained during the experiment was compared with those obtained before the surgery (day 0). (c) Differences were assessed using the Wilcoxon test for dependent samples. Results were presented as median and first and third quartiles.

## RESULTS

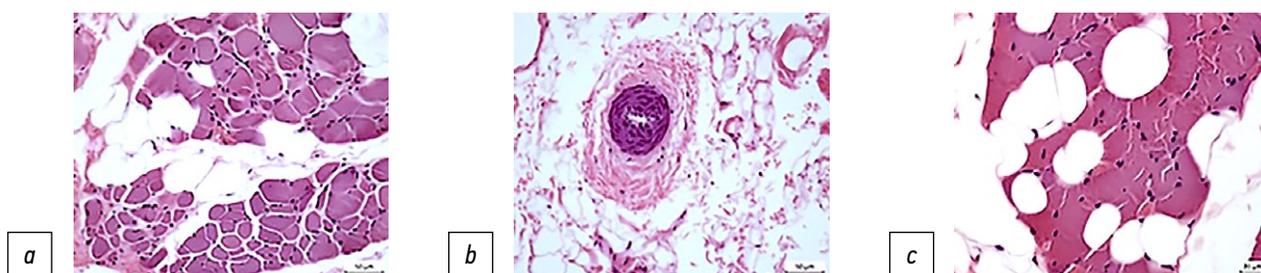
In the control group, the histostructures of small lumbar and sacrocaudal (coccygeal) dorsal lateral muscles were characterized by polygonal uniform profiles of muscle fibers, minimal connective tissue interlayers (Fig. 2a), and perimyseal arterial vessels with open lumen and circular orientation of smooth muscle cells (SMCs), without membrane fibrosis (Fig. 2b). Few myosmyplasts with signs of reversible contractures, intramuscular nerve trunks, and neuromuscular spindles of normal structure were observed.

At month 6 of the experiment, both muscles were characterized by signs of structural adaptation to the experimental conditions, such as loss of polygonality of myocyte profiles, increased variability of their diameters, single adipocytes, small groups in the interstitial space, bundles of muscle fibers, and fibrosis of the endomysium and perimysium (Fig. 3a, 3c). In arterial vessels with a significantly thickened medial tunic, in which the SMCs were chaotically oriented, the adventitial tunic was strongly fibrotic, and the lumen was frequently obliterated (Fig. 3b).

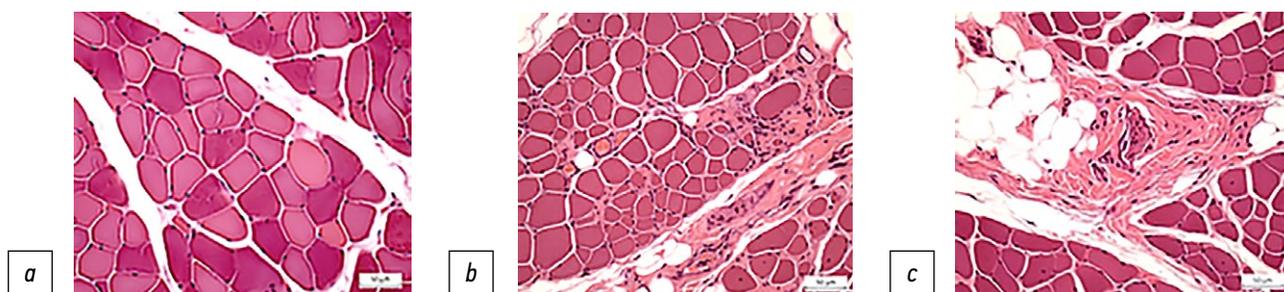
After 12 months, the polygonal profiles of myosymplasts prevailed in the histostructure of the small lumbar muscle, and the intramuscular nerve guides and neuromuscular spindles were characteristically normalized (Fig. 4a). In the sacrocaudal dorsal lateral muscle, the above signs of structural adaptation were preserved: symplastic diameters varied, internal nuclei were observed, and inflammatory cells could be found in areas of significant interstitial fibrosis (Fig. 4b). Moreover, muscle fiber bundles were replaced by adipocytes, and perimysial vessels had signs of adventitial fibrosis (Fig. 4c).



**Fig. 2.** Histostructure of *m. psoas minor* (a) and *m. sacrocaudalis (coccygeus) dorsalis lateralis* (b) in control: polygonal fiber profiles, minimum endomysium; a — neuromuscular spindle; (b) vessel in perimysium without signs of pathology. Fragments of paraffin sections, stained with hematoxylin-eosin; magnification  $\times 400$ .



**Fig. 3.** Histostructure of the *psoas minor* (a, b) and the sacro-caudal (coccygeal) dorsal lateral muscle (c) after 6 months of the experiment: a, c — variability in the size of myosymplasts, endomysial fibrosis, adipocytes in bundles of muscle fibers; b — arterial vessel with severe fibrosis of the adventitial and middle membranes, impaired circular orientation of the smooth muscle cells, obliteration of the lumen. Fragments of paraffin sections; hematoxylin-eosin stain; magnification  $\times 400$ .



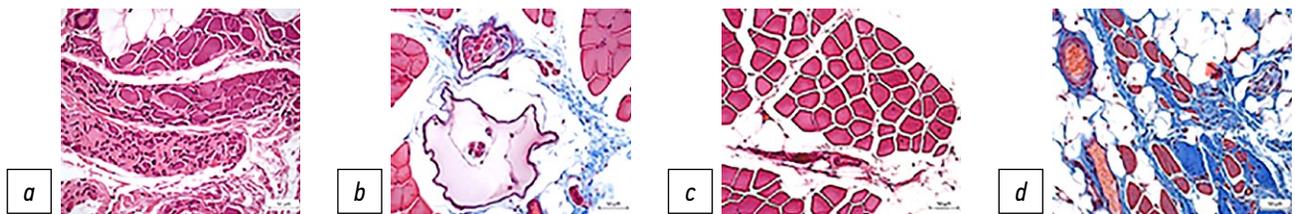
**Fig. 4.** Histostructure of *m. psoas minor* (a) and *m. sacrocaudalis (coccygeus) dorsalis lateralis* (b, c) after 12 months of the experiment: a — polygonal profiles of myosymplasts, minimum endomysium; b — variability in muscle fiber diameters, internal nuclei, an area of significant fibrosis of the interstitial tissue (on the right); c — a bundle of muscle fibers replaced by adipocytes; to the right, an area of fibrosis. Fragments of paraffin sections, stained with hematoxylin-eosin, magnification  $\times 400$ .

After 18 months, the histostructure of the studied muscles was characterized by a significant variety of visual fields. Thus, myosimplasts of different diameters and profiles were characteristic of small lumbar muscle and small groups of adipocytes replacing fibers in muscle bundles, fibrotic bundles of muscle fibers with angular small myocytes (Fig. 5a, below), and neuromuscular spindles of both normal structure and enlarged connective tissue capsules were present (Fig. 5b). In sacrocaudal (coccygeal) dorsal lateral muscles, fragments with polygonal fiber profiles and prominent endomysial fibrosis (Fig. 5c) were interspersed with adipocyte fields and fiber bundles, where myosimplasts in the ischemic state were visualized, which turned blue in Masson staining (Fig. 5d).

According to stereometry, the endomysial volume density increased in small lumbar and sacrocaudal

(coccygeal) dorsal lateral muscles after 6 months of the experiment, which was 150% ( $p < 0.05$ ) and 240% of the control value, respectively (Table 1). Furthermore, the proportion of myosimplastic volume decreased up to 95% of normal in the small lumbar muscle and up to 83% in the sacrocaudal muscle. The nuclear components of both muscles were 70% and 76% of normal, respectively ( $p < 0.05$ ). The volume densities of microvessels in the studied muscles were 83% and 121% of normal, respectively ( $p < 0.05$ ). The vascularization index in the lumbar muscle did not change, while accounting for 78% of normal in the second muscle. The rate of fat infiltration of the small lumbar muscle was 394% and that of the sacrocaudal muscle was 629% of the corresponding parameter in the control (Table 2).

After 12 months, the endomysial volumes in the small lumbar muscle and sacrocaudal dorsal lateral muscle



**Fig. 5.** Histostructure of the psoas minor (a, b) and *m. sacrocaudalis dorsalis lateralis* (c, d) after 18 months of the experiment: a — myocytes of various profiles and diameters, a group of adipocytes in the muscle bundle (top), a fragment of fibrosis with residual angular muscle fibers (bottom); b — neuromuscular spindles of normal structure and with an enlarged connective tissue capsular; c — polygonal fiber profiles, endomysial fibrosis; d — adipocytes that replaced part of the muscle fibers in the bundle, ischemic fibers are colored blue, fields of adipocytes. Fragments of paraffin sections, stained with hematoxylin-eosin, according to Masson (d); magnification  $\times 400$ .

**Table 1.** Data of the stereological analysis of the small lumbar (*m. psoas minor*) and sacrocaudal (coccygeal) dorsal lateral muscles (*m. sacrocaudalis (coccygeus) dorsalis lateralis*) of dogs

Parameters ( $\text{mm}^3/\text{mm}^3$ )	<i>M. psoas minor</i>				<i>M. sacrocaudalis (coccygeus) dorsalis lateralis</i>			
	6 months	12 months	18 months	Control	6 months	12 months	18 months	Control
$V_{\text{vmf}}$	0,7971* $\pm 0,0108$	0,7315* $\pm 0,0091$	0,7901* $\pm 0,009$	0,8299 $\pm 0,0042$	0,6975* $\pm 0,0166$	0,7001* $\pm 0,0107$	0,7181* $\pm 0,0118$	0,8439 $\pm 0,007$
$V_{\text{vmv}}$	0,0232* $\pm 0,003$	0,0283 $\pm 0,0034$	0,0175* $\pm 0,0043$	0,0281 $\pm 0,0025$	0,0272* $\pm 0,0038$	0,0251 $\pm 0,0027$	0,0216 $\pm 0,0034$	0,0225 $\pm 0,0028$
$V_{\text{vend}}$	0,1539* $\pm 0,0096$	0,2181* $\pm 0,0077$	0,1697* $\pm 0,0076$	0,1057 $\pm 0,0038$	0,2428* $\pm 0,0122$	0,2480* $\pm 0,0096$	0,2397* $\pm 0,0115$	0,1023 $\pm 0,0055$
$V_{\text{vn}}$	0,0238* $\pm 0,0029$	0,0216* $\pm 0,0027$	0,0195* $\pm 0,0046$	0,0347 $\pm 0,0026$	0,0238* $\pm 0,0029$	0,0216* $\pm 0,0027$	0,0195* $\pm 0,0046$	0,0312 $\pm 0,0032$
$I_{\text{vasc}}$	0,7872	0,9408	0,9043	0,7877	0,7431	0,9714	1,0925	0,9575

Note. \*Differences are significant for the experimental groups and control,  $p < 0.05$ .

were 206% and 243% of these parameters in the control, respectively ( $p < 0.05$ ). The volume densities of muscle fibers, microvessels, nuclear component, and vascularization index in the small lumbar and sacrococaudal muscles were 98% and 83%, 101% and 112%, 62% and 69%, and 119% and 101% of normal, respectively. The degree of fatty infiltration decreased relative to the previous period, amounting to 227% in the small lumbar muscle and 327% in the sacrococaudal (coccygeal) dorsal lateral muscle relative to the value of this parameter in the control group.

At month 18 of the experiment, the volume density of myosin, proportion of nuclear component, relative microvascular volume, and vascularization index in the small lumbar and sacrococaudal dorsal lateral muscles were 95% and 85% ( $p < 0.05$ ), 56% and 62% ( $p < 0.05$ ), 62% and 96% ( $p < 0.05$ ) of normal, respectively, and 115% and 114% of the parameter values in the control. The degree of sclerotization

of the small lumbar muscle decreased relative to the previous period, reaching 161% of the control and did not change in the sacrococaudal (coccygeal) dorsal lateral muscle, still accounting for 240% of the control value ( $p < 0.05$ ). The index of fat infiltration in the small lumbar muscle increased relative to the previous period by up to 339%, whereas decreasing insignificantly in the sacrococaudal dorsal lateral muscle, accounting for 310% of the parameter control values (Table 2).

The results of the biochemical study in the main group revealed a significant increase in the concentration of the C-reactive protein in the blood serum from days 14 to 30 after surgery (Table 3). On day 14, the level of total serum protein statistically significantly decreased, along with an increase in the activity of all enzymes (increase in CPK was over two-fold compared with the initial values).

**Table 2.** Fat infiltration of the small lumbar (*m. psoas minor*) and sacrococaudal (coccygeal) dorsal lateral muscles (*m. sacrocaudalis (coccygeus) dorsalis lateralis*) of dogs

Duration of the experiment	6 months	12 months	18 months	Control
<i>M. psoas minor</i>				
Proportion of adipocytes, %	28,0	16,1	24,1	7,1
<i>M. sacrocaudalis (coccygeus) dorsalis lateralis</i>				
Proportion of adipocytes, %	32,7	17,0	16,1	5,2

**Table 3.** Dynamics of changes in the biochemical parameters of blood serum during the experiment, median (1st; 3rd quartile)

24 h after surgery	Total protein, g/L	C-reactive protein, mg/L	Creatine phosphokinase, U/L	ALT, U/L	AST, U/L
0	68 (66; 71)	0	100 (78; 114)	32 (31; 40)	26 (21; 26)
14	64 (62; 66)*	2,3 (0,6; 4,0)*	215 (201; 234)*	47 (43; 56)*	34 (31; 39)*
30	69 (66; 71)	1,9 (0,2; 5,3)*	88 (86; 125)	29 (28; 35)	27 (24; 32)
60	65 (64; 67)	0	92 (81; 142)	27 (25; 33)	30 (23; 37)
90	66 (64; 68)	0	94 (87; 107)	29 (25; 33)	23 (19; 27)
180	67 (65; 68)	0	97 (93; 105)	33 (27; 36)	26 (20; 38)
360	65 (64; 68)	0	99 (89; 104)	33 (32; 43)	30 (25; 37)
540	70 (69; 70)	0	94 (84; 97)	33 (28; 43)	31 (23; 38)

Note. \* Significant differences with preoperative values at  $p < 0.05$ .

## DISCUSSION

Surgical interventions with lateral interbody fusion and posterior SIJ arthrodesis negatively affect both the small lumbar and sacrocaudal (coccygeal) dorsal lateral muscles, which is manifested both in the early postoperative period (significant increase in the activity of CPK, a marker of skeletal muscle damage) and during the experiment. This is evidenced by the variations in myosymplastic diameters, smoothing of polygonality of profiles, fibrosis of endomysial and perimysial connective tissue, sclerotization of arterial vessel tunics, lumen obliteration, and mass fatty degeneration of muscle fibers in the bundles. Activated nuclei along with variations in muscle fiber diameters indicate the structural adaptation of the muscle tissue to the surgical intervention. After 12 months, the volume density of the nuclei decreased simultaneously with a decrease in the volume fraction of myosymplasts. The decrease in the proportion of the nuclear component in the later period of the experiment may be due to the increasing age and restricted mobility of the experimental animals resulting from being held in a vivarium [21, 22]. Fibrosis of the small lumbar muscle was 1.5-fold, 2-fold, and 1.6-fold higher after 6, 12, and 18 months of the experiment, respectively, compared with the control. In the sacrocaudal (coccygeal) dorsal lateral muscle, this parameter did not change in all study periods and was 2.4-fold higher than that in the control. The degrees of fat involution of the small lumbar and sacrocaudal dorsal lateral muscles after 6, 12, and 18 months of the experiment were 3.9-fold and 6.3-fold, 2.3-fold and 3.3-fold, and 3.4-fold and 3.1-fold higher, respectively, than normal parameters. The sacrocaudal dorsal lateral muscle showed more pronounced changes during the experiment in both the degree of fibrosis and level of fat involution, particularly in the early stages of the experiment.

Clinical studies present data on the reduction of myosymplastic volume density, sclerotization, and fatty infiltration of the studied muscles under combined surgical treatment. Thus, paraspinal muscles showed different patterns of degeneration in lumbar spine diseases. A direct correlation was found between the severity of degenerative processes in the spinal column and the morphology of the back muscles [23]. Reduced paravertebral muscle volume correlated with kyphotic deformity in ankylosing spondylitis [24]. The volume of these muscles affects the consolidation rate, functional activity, and complication rates after surgery [16]. Fat involution is one of the leading

prognostic factors for the outcomes of surgical interventions, that is, the lower the degree of fat infiltration, the lower the pain syndrome and the percentage of postoperative functional decline [17]. In addition, fatty dystrophy of the back muscles is closely related to the mineral density of the spinal bone tissue [25–27]. Osteoporosis and paraspinal degeneration are frequently combined, which should be considered in patients with low bone mass before surgical intervention [14].

In clinical practice, a complex of physiotherapeutic methods including electrical stimulation of the back muscles, calcium electrophoresis, massage, paraffin therapy, and therapeutic exercise are employed to reduce the incidence of paravertebral muscle complications postoperatively [28]. This improves the muscle motor function and consequently the quality of life of patients.

In this study, the animals were kept in a confined space with no access to active physical activity for the entire experiment, which negatively affected the recovery processes in the muscle tissue and influenced the findings to some extent.

## CONCLUSIONS

Morphological analysis of the paravertebral muscles in the simultaneous simulation of lateral interbody fusion and posterior SIJ arthrodesis revealed pathohistological changes in both muscles such as increased variations of myosymplastic diameters, loss of the polygonality of their profiles, massive fatty degeneration of fibers, endomysial and perimysial fibrosis, sclerotization, and lumen obliteration of the vessels' tunics. After the experiment, the degree of sclerotization of the small lumbar muscle and sacrocaudal dorsal lateral muscle was 161% and 240%, respectively, of the control parameter values, and the rates of fat infiltration of muscles were 339% and 310% of normal, respectively. The sacrocaudal (coccygeal) dorsal lateral muscle went through more pronounced changes in both the degree of fibrosis and level of fat involution, particularly in the early stages of the experiment.

Considering that patients already have dystrophic processes in paravertebral muscles in degenerative spinal diseases at the time of referral to a neurosurgeon [17], surgical interventions should seek to minimize the mechanical effect on the back muscles and use techniques to stimulate muscle function postoperatively [28]. This will reduce fibrogenesis and fat involution in the muscles, improve functional activity, and provide an overall shorter rehabilitation period for the patients.

## ADDITIONAL INFO / ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Author contribution.** Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of 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.

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

## REFERENCES

1. Patel K, Tajsic T, Budohoski KP, et al. Simultaneous navigated cervico-thoracic and thoraco-lumbar fixation. *Eur Spine J.* 2018;27(3):318–322. doi: 10.1007/s00586-017-5233-1
2. Bari MM, Islam S, Shetu NH, Rahman M. Orthopedic control of injuries in polytrauma. *Genij Ortopedii.* 2017;23(3):351–353. doi: 10.18019/1028-4427-2017-23-3-351-35
3. Wang HW, Hu YC, Wu ZY, et al. One approach anterior decompression and fixation with posterior unilateral pedicle screw fixation for thoracolumbar osteoporotic vertebral compression fractures. *Orthop Surg.* 2021;13(3):908–919. doi: 10.1111/os.12947
4. Byvaltsev VA, Kalinin AA, Ryabykh SO, et al. Simultaneous surgical interventions in spinal neurosurgery: a systematic review. *Genij Orthopedii.* 2020;26(2):275–281. (In Russ). doi: 10.18019/1028-4427-2020-26-2-275-281
5. Li Y, Du Y, Ji A, et al. The Clinical Effect of Manual Reduction Combined with Internal Fixation Through Wiltse Paraspinal Approach in the Treatment of Thoracolumbar Fracture. *Orthop Surg.* 2021;13(8):2206–2215. doi: 10.1111/os.13090
6. Moulin B, Tselikas L, Gravel G, et al. Safety and Efficacy of Multilevel Thoracolumbar Vertebroplasty in the Simultaneous Treatment of Six or More Pathologic Compression Fractures. *J Vasc Interv Radiol.* 2020;31(10):1683–1689.e1. doi: 10.1016/j.jvir.2020.03.011
7. Klimov VS, Vasilenko II, Evsyukov AV, et al. The use of LLIF technology in adult patients with degenerative scoliosis: retrospective cohort analysis and literature review. *Genij Ortopedii.* 2018;24(3):393–403. (In Russ). doi: 10.18019/1028-4427-2018-24-3-393-403
8. Lorio M, Kube R, Araghi A. International Society for the Advancement of Spine Surgery Policy 2020 Update—Minimally Invasive Surgical Sacroiliac Joint Fusion (for Chronic Sacroiliac Joint Pain): Coverage Indications, Limitations, and Medical Necessity. *Int J Spine Surg.* 2020;14(6):860–895. doi: 10.14444/7156
9. Ladd B, Polly Jr D. Pelvic Fixation Using S2AI and Triangular Titanium Implants (Bedrock Technique). *World Neurosurg.* 2021;154:2. doi: 10.1016/j.wneu.2021.07.027
10. Panico M, Chande RD, Lindsey DP et al. Innovative sacropelvic fixation using iliac screws and triangular titanium implants. *Eur Spine J.* 2021;30(12):3763–3770. doi: 10.1007/s00586-021-07006-9
11. Rainov NG, Schneiderhan R, Heidecke V. Triangular titanium implants for sacroiliac joint fusion. *Eur Spine J.* 2019;28(4):727–734. doi: 10.1007/s00586-018-5860-1
12. Dale M, Evans J, Carter K, et al. iFuse Implant System for Treating Chronic Sacroiliac Joint Pain: A NICE Medical Technology Guidance. *Appl Health Econ Health Policy.* 2020;18(3):363–373. doi: 10.1007/s40258-019-00539-7
13. Novák V, Wanek T, Hrabálek L, Stejskal P. [Minimally Invasive Sacroiliac Joint Stabilization]. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2021;88(1):35–38.
14. Han G, Zou D, Liu Z, et al. Paraspinal muscle characteristics on MRI in degenerative lumbar spine with normal bone density, osteopenia and osteoporosis: a case-control study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2022;23(1):73. doi: 10.1186/s12891-022-05036-y
15. He K, Head J, Mouchtouris N, et al. The Implications of Paraspinal Muscle Atrophy in Low Back Pain, Thoracolumbar Pathology, and Clinical Outcomes After Spine Surgery: A Review of the Literature. *Global Spine J.* 2020;10(5):657–666. doi: 10.1177/2192568219879087
16. Khan AB, Weiss EH, Khan AW, et al. Back Muscle Morphometry: Effects on Outcomes of Spine Surgery. *World Neurosurg.* 2017;103:174–179. doi: 10.1016/j.wneu.2017.03.097
17. Jermy JE, Copley PC, Poon MTC, Demetriades AK. Does pre-operative multifidus morphology on MRI predict clinical outcomes in adults following surgical treatment for degenerative lumbar spine disease? A systematic review. *Eur Spine J.* 2020;29(6):1318–1327. doi: 10.1007/s00586-020-06423-6
18. Stevens S, Agten A, Timmermans A, Vandenabeele F. Unilateral changes of the multifidus in persons with lumbar disc herniation: a systematic review and meta-analysis. *Spine J.* 2020;20(10):1573–1585. doi: 10.1016/j.spinee.2020.04.007

19. Filimonova GN, Dyuryagina OV, Antonov NI, Ryabykh SO. Characteristics of the psoas minor in modeling lateral interbody fusion of the lumbar spine. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2022;29(1):47–56. (In Russ). doi: 10.17816/vto90775
20. Gajdyshev IP. Modelirovanie stohasticheskikh i determinirovannykh sistem: Rukovodstvo pol'zovatelya programmy AtteStat. Kurgan, 2015. 484 p. Available from: [http://xn--80aab2abao2a1acibc.xn--p1ai/files/AtteStat\\_Manual\\_15.pdf](http://xn--80aab2abao2a1acibc.xn--p1ai/files/AtteStat_Manual_15.pdf). Accessed: 14.03.2023. (In Russ).
21. Chen W, Datzkiw D, Rudnicki MA. Satellite cells in ageing: use it or lose it. *Open Biol*. 2020;10(5):200048. doi: 10.1098/rsob.200048
22. Giza S, Mojica-Santiago JA, Parafati M, et al. Microphysiological system for studying contractile differences in young, active, and old, sedentary adult derived skeletal muscle cells. *Aging Cell*. 2022;21(7):e13650. doi: 10.1111/ace1.13650
23. Ding JZ, Kong C, Li XY, et al. Different degeneration patterns of paraspinal muscles in degenerative lumbar diseases: a MRI analysis of 154 patients. *Eur Spine J*. 2022;31(3):764–773. doi: 10.1007/s00586-021-07053-2
24. Bok DH, Kim J, Kim TH. Comparison of MRI-defined back muscles volume between patients with ankylosing spondylitis and control patients with chronic back pain: age and spinopelvic alignment matched study. *Eur Spine J*. 2017;26(2):528–537. doi:10.1007/s00586-016-4889-2
25. Yang Q, Yan D, Wang L, et al. Muscle fat infiltration but not muscle cross-sectional area is independently associated with bone mineral density at the lumbar spine. *Br J Radiol*. 2022;95(1134):20210371. doi: 10.1259/bjr.20210371
26. Li X, Xie Y, Lu R, et al. Relationship between osteoporosis with fatty infiltration of paraspinal muscles based on QCT examination. *J Bone Miner Metab*. 2022;40(3):518–527. doi: 10.1007/s00774-022-01311-z
27. Zhao Y, Huang M, Serrano-Sosa M, et al. Fatty infiltration of paraspinal muscles is associated with bone mineral density of the lumbar spine. *Arch Osteoporos*. 2019;14(1):99. doi: 10.1007/s11657-019-0639-5
28. Koichubekov AA. The integrated approach to restorative treatment of patients with degenerative diseases of the lumbar spine after anterior spondylodesis. *Vestnik Kyrgyzsko-Rossiyskogo Slavânskogo Universiteta*. 2018;18(2):59–63. (In Russ).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Patel K., Tajsic T., Budohoski K.P., et al. Simultaneous navigated cervico-thoracic and thoraco-lumbar fixation // *Eur Spine J*. 2018. Vol. 27, N 3. P. 318–322. doi: 10.1007/s00586-017-5233-1
- Bari M.M., Islam S., Shetu N.H, Rahman M. Ортопедический контроль повреждений при политравме // *Гений ортопедии*. 2017. Т. 23, № 3. С. 351–353. doi: 10.18019/1028-4427-2017-23-3-351-353
- Wang H.W., Hu Y.C., Wu Z.Y., et al. One approach anterior decompression and fixation with posterior unilateral pedicle screw fixation for thoracolumbar osteoporotic vertebral compression fractures // *Orthop Surg*. 2021. Vol. 13, N 3. P. 908–919. doi: 10.1111/os.12947
- Бывальцев В.А., Калинин А.А., Рябых С.О. и др. Симультаные хирургические вмешательства в спинальной нейрохирургии: систематический обзор // *Гений ортопедии*. 2020. Т. 26, № 2. С. 275–281. doi: 10.18019/1028-4427-2020-26-2-275-281
- Li Y., Du Y., Ji A., et al. The Clinical Effect of Manual Reduction Combined with Internal Fixation Through Wiltse Paraspinal Approach in the Treatment of Thoracolumbar Fracture // *Orthop Surg*. 2021. Vol. 13, N 8. P. 2206–2215. doi: 10.1111/os.13090
- Moulin B., Tselikas L., Gravel G., et al. Safety and Efficacy of Multilevel Thoracolumbar Vertebroplasty in the Simultaneous Treatment of Six or More Pathologic Compression Fractures // *J Vasc Interv Radiol*. 2020. Vol. 31, N 10. P. 1683–1689. doi: 10.1016/j.jvir.2020.03.011
- Климов В.С., Василенко И.И., Евсюков А.В., и др. Применение технологии LLIF у пациентов с дегенеративным сколиозом поясничного отдела позвоночника: анализ ретроспективной когорты и обзор литературы // *Гений ортопедии*. Т. 24, № 3. С. 393–403. doi: 10.18019/1028-4427-2018-24-3-393-403
- Lorio M., Kube R., Araghi A. International Society for the Advancement of Spine Surgery Policy 2020 Update-Minimally Invasive Surgical Sacroiliac Joint Fusion (for Chronic Sacroiliac Joint Pain): Coverage Indications, Limitations, and Medical Necessity // *Int J Spine Surg*. 2020. Vol. 14, N 6. P. 860–895. doi: 10.14444/7156
- Ladd B., Polly Jr D. Pelvic Fixation Using S2AI and Triangular Titanium Implants (Bedrock Technique) // *World Neurosurg*. 2021. Vol. 154. P. 2. doi: 10.1016/j.wneu.2021.07.027
- Panico M., Chande R.D., Lindsey D.P., et al. Innovative sacropelvic fixation using iliac screws and triangular titanium implants // *Eur Spine J*. 2021. Vol. 30, N 12. P. 3763–3770. doi: 10.1007/s00586-021-07006-9
- Rainov N.G., Schneiderhan R., Heidecke V. Triangular titanium implants for sacroiliac joint fusion // *Eur Spine J*. 2019. Vol. 28, N 4, P. 727–734. doi: 10.1007/s00586-018-5860-1
- Dale M., Evans J., Carter K., et al. iFuse Implant System for Treating Chronic Sacroiliac Joint Pain: A NICE Medical Technology Guidance. *Appl Health Econ Health Policy* // 2020. Vol. 18, N 3. P. 363–373. doi: 10.1007/s40258-019-00539-7

13. Novák V., Wanek T., Hrabálek L., Stejskal P. [Minimally Invasive Sacroiliac Joint Stabilization] // *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2021. Vol. 88, N 1. P. 35–38.
14. Han G., Zou D., Liu Z., et al. Paraspinal muscle characteristics on MRI in degenerative lumbar spine with normal bone density, osteopenia and osteoporosis: a case-control study // *BMC Musculoskelet Disord*. 2022. Vol. 23, N 1. P. 73. doi: 10.1186/s12891-022-05036-y
15. He K., Head J., Mouchtouris N., et al. The Implications of Paraspinal Muscle Atrophy in Low Back Pain, Thoracolumbar Pathology, and Clinical Outcomes After Spine Surgery: A Review of the Literature // *Global Spine J*. 2020. Vol. 10, N 5. P. 657–666. doi: 10.1177/2192568219879087
16. Khan A.B., Weiss E.H., Khan A.W., et al. Back Muscle Morphometry: Effects on Outcomes of Spine Surgery // *World Neurosurg*. 2017. Vol. 103. P. 174–179. doi: 10.1016/j.wneu.2017.03.097
17. Jermy J.E., Copley P.C., Poon M.T.C., Demetriades A.K. Does pre-operative multifidus morphology on MRI predict clinical outcomes in adults following surgical treatment for degenerative lumbar spine disease? A systematic review // *Eur Spine J*. 2020. Vol. 29, N 6. P. 1318–1327. doi: 10.1007/s00586-020-06423-6
18. Stevens S., Agten A., Timmermans A., Vandenabeele F. Unilateral changes of the multifidus in persons with lumbar disc herniation: a systematic review and meta-analysis. *Spine J*. 2020. Vol. 20, N 10. P. 1573–1585. doi: 10.1016/j.spinee.2020.04.007
19. Филимонова Г.Н., Дюрягина О.В., Антонов Н.И., Рябых С.О. Характеристика малой поясничной мышцы при моделировании бокового межтелового спондилодеза поясничного отдела позвоночника // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2022. Т. 29, № 1. С. 47–56. doi: 10.17816/vto90775
20. Гайдышев И.П. Моделирование стохастических и детерминированных систем: Руководство пользователя программы AtteStat. Курган, 2015. 484 с. Режим доступа: [http://xn--80aab2abao2a1acibc.xn--p1ai/files/AtteStat\\_Manual\\_15.pdf](http://xn--80aab2abao2a1acibc.xn--p1ai/files/AtteStat_Manual_15.pdf). Дата обращения: 14.03.2023.
21. Chen W., Datzkiw D., Rudnicki M.A. Satellite cells in ageing: use it or lose it. *Open Biol* // 2020. Vol. 10, N 5. P. 200048. doi: 10.1098/rsob.200048
22. Giza S., Mojica-Santiago J.A., Parafati M., et al. Microphysiological system for studying contractile differences in young, active, and old, sedentary adult derived skeletal muscle cells // *Aging Cell*. 2022. Vol. 21, N 7. P. e13650. doi: 10.1111/ace1.13650
23. Ding J.Z., Kong C., Li X.Y., et al. Different degeneration patterns of paraspinal muscles in degenerative lumbar diseases: a MRI analysis of 154 patients // *Eur Spine J*. 2022. Vol. 31, N 3. P. 764–773. doi: 10.1007/s00586-021-07053-2
24. Bok D.H., Kim J., Kim T.H. Comparison of MRI-defined back muscles volume between patients with ankylosing spondylitis and control patients with chronic back pain: age and spinopelvic alignment matched study // *Eur Spine J*. 2017. Vol. 26, N 2. P. 528–537. doi:10.1007/s00586-016-4889-2
25. Yang Q., Yan D., Wang L., et al. Muscle fat infiltration but not muscle cross-sectional area is independently associated with bone mineral density at the lumbar spine // *Br J Radiol*. 2022. Vol. 95, N 1134. P. 20210371. doi: 10.1259/bjr.20210371
26. Li X., Xie Y., Lu R. et al. Relationship between osteoporosis with fatty infiltration of paraspinal muscles based on QCT examination // *J Bone Miner Metab*. 2022. Vol. 40, N 3. P. 518–527. doi: 10.1007/s00774-022-01311-z
27. Zhao Y., Huang M., Serrano-Sosa M., et al. Fatty infiltration of paraspinal muscles is associated with bone mineral density of the lumbar spine // *Arch Osteoporos*. 2019. Vol. 14, N 1. P. 99. doi: 10.1007/s11657-019-0639-5
28. Койчубеков А.А. Комплексный подход к восстановительному лечению больных с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника после переднего спондилодеза // *Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета*. 2018. Т. 18, № 2. С. 59–63.

## AUTHORS INFO

\*Galina N. Filimonova, Cand. Sci. (Biol.),  
Senior Research Associate;  
address: 6 M. Ulyanova str., 640014 Kurgan, Russia;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0683-9758>;  
eLibrary SPIN: 5873-2280;  
e-mail: galnik.kurgan@yandex.ru

Olga V. Diuriagina, Cand. Sci. (Vet.),  
Head of the Experimental Laboratory;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9974-2204>;  
eLibrary SPIN: 8301-1475;  
e-mail: diuriagina@mail.ru

## ОБ АВТОРАХ

\*Филимонова Галина Николаевна, к.б.н.,  
старший научный сотрудник;  
адрес: Россия, 640014, Курган, ул. М. Ульяновой, д. 6;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0683-9758>;  
eLibrary SPIN: 5873-2280;  
e-mail: galnik.kurgan@yandex.ru

Дюрягина Ольга Владимировна, к.в.н.,  
заведующая экспериментальной лабораторией;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9974-2204>;  
eLibrary SPIN: 8301-1475;  
e-mail: diuriagina@mail.ru

**Nikolai I. Antonov**, Cand. Sci. (Biol.),  
Research Associate;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8627-2749>;  
eLibrary SPIN: 3754-7508;  
e-mail: aniv-niko@mail.ru

**Maksim V. Stogov**, Dr. Sci. (Biol.), Assistant Professor,  
Head of the Department of Preclinical and Laboratory Research;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8516-8571>;  
eLibrary SPIN: 9345-8300;  
e-mail: Stogo\_off@list.ru

**Sergei O. Ryabikh**, MD, Dr. Sci. (Med.),  
Deputy Director for Projects, Education and Communication;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8293-0521>;  
eLibrary SPIN: 6382-1107;  
e-mail: RyabikhSO@cito-priorov.ru

**Natalia V. Tushina**, Cand. Sci. (Biol.),  
Research Associate;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1322-608X>;  
eLibrary SPIN: 7554-9130;  
e-mail: ntushina76@mail.ru

**Антонов Николай Иванович**, к.б.н.,  
научный сотрудник;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8627-2749>;  
eLibrary SPIN: 3754-7508;  
e-mail: aniv-niko@mail.ru

**Стогов Максим Валерьевич**, д.б.н., доцент,  
руководитель отдела доклинических и лабораторных  
исследований;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8516-8571>;  
eLibrary SPIN: 9345-8300;  
e-mail: Stogo\_off@list.ru

**Рябых Сергей Олегович**, д.м.н.,  
заместитель директора по проектам, образованию  
и коммуникации;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8293-0521>;  
eLibrary SPIN: 6382-1107;  
e-mail: RyabikhSO@cito-priorov.ru

**Тушина Наталья Владимировна**, к.б.н.,  
научный сотрудник;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1322-608X>;  
eLibrary SPIN: 7554-9130;  
e-mail: ntushina76@mail.ru

\* Corresponding author / Автор, ответственный за переписку

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto110980>

# Эндоскопическое лечение пациента с «ужасной триадой»: декомпрессией плечевого сплетения в области грудной апертуры и межлестничного пространства и артроскопической установкой субакромиального спейсера. Клинический случай

Е.А. Беляк<sup>1,2</sup>, Д.Л. Пасхин<sup>2</sup>, Ф.Л. Лазко<sup>1,2</sup>, А.П. Призов<sup>1,2</sup>, М.Ф. Лазко<sup>1,2</sup>,  
Н.В. Загородний<sup>1,3</sup>, В.В. Меньшиков<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Российский университет дружбы народов, Москва, Российская Федерация;

<sup>2</sup> Городская клиническая больница им. В.М. Буянова, Москва, Российская Федерация;

<sup>3</sup> НИИЦ травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Москва, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Введение.** Повреждение плечевого сплетения (плексопатия) является достаточно распространённой проблемой в неврологии, нейрохирургии, травматологии и ортопедии. Компрессия плечевого сплетения развивается, как правило, в узких анатомических пространствах: в области малой грудной мышцы, грудной апертуры, межлестничного пространства. В некоторых случаях происходит комбинация плексопатии с патологией плечевого сустава. В случае отсутствия эффекта от консервативного лечения прибегают к оперативному вмешательству — ревизии и декомпрессии плечевого сплетения. Развитие эндоскопических методик выполнения декомпрессии позволяет минимизировать травму мягких тканей, уменьшить риск осложнений, ускорить и облегчить восстановительный период.

**Описание клинического случая.** Нашей целью было описать клинический случай и отследить результаты комбинированного эндоскопического вмешательства у пациента с «ужасной триадой»: эндоскопической декомпрессией плечевого сплетения в области грудной апертуры и межлестничного пространства и артроскопией плечевого сустава с установкой субакромиального спейсера на сроке наблюдения в 6 мес после операции. Пациент М., возраст 64 года, с последствиями травмы правого плечевого сустава: вывихом головки плечевой кости, повреждением вращательной манжеты плеча и развитием посттравматической плексопатии правого плечевого сплетения. Пациент прошёл неоднократные курсы консервативного лечения без выраженного эффекта в течение 1 года после травмы. Для подтверждения диагноза пациенту были выполнены электронейромиография и ультразвуковое исследование плечевого сплетения справа, магнитная резонансная томография правого плечевого сустава. После обследования пациенту произвели комбинированное эндоскопическое вмешательство: артроскопию плечевого сустава с установкой субакромиального спейсера и эндоскопическую декомпрессию плечевого сплетения в области грудной апертуры и межлестничного пространства. По визуальной аналоговой шкале (ВАШ) интенсивность болевого синдрома до операции составляла 7 см, через 6 мес после операции интенсивность боли уменьшилась и составила 1 см по ВАШ. По шкале DASH (шкала неспособности верхней конечности) степень дисфункции верхней конечности до операции была равна 48 баллов, через 6 мес после операции она уменьшилась до 16 баллов. По шкале количественной оценки мышечной силы (BMRC) степень двигательных нарушений до операции была оценена в 3 балла, после операции она составила 0 баллов. Степень чувствительных нарушений по шкале классификации повреждения нервов Seddon до операции была равна 2 баллам, после операции она составила 3+ балла. Амплитуда движений в плечевом суставе до операции: сгибание — 110°, отведение — 95°, наружная ротация — 15°. Через 6 мес после операции: сгибание — 165°, отведение — 165°, наружная ротация — 45°.

**Заключение.** Полученные результаты позволяют охарактеризовать методику одномоментной артроскопии плечевого сустава и эндоскопической декомпрессии плечевого сплетения в области грудной апертуры и межлестничного пространства как малотравматичную и эффективную, создающую условия для восстановления функции плечевого сустава и верхней конечности, устранения болевого синдрома в области верхней конечности.

**Ключевые слова:** плечевое сплетение; эндоскопический невролиз; декомпрессия; нейропатия; нейропатический болевой синдром; артроскопия плечевого сустава; синдром грудной апертуры; межлестничное пространство.

## Как цитировать:

Беляк Е.А., Пасхин Д.Л., Лазко Ф.Л., Призов А.П., М.Ф. Лазко, Загородний Н.В., Меньшиков В.В. Эндоскопическое лечение пациента с «ужасной триадой»: декомпрессией плечевого сплетения в области грудной апертуры и межлестничного пространства и артроскопической установкой субакромиального спейсера. Клинический случай // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2022. Т. 29, № 4. С. 391–401. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto110980>

Рукопись получена: 20.09.2022

Рукопись одобрена: 10.01.2023

Опубликована: 13.03.2023

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto110980>

# Combined endoscopic treatment of patient with «terrible triade»: decompression of brachial plexus in thoracic aperture and interscalene space and arthroscopic subacromial spacer implantation. Clinical case

Evgeniy A. Belyak<sup>1,2</sup>, Dmitriy L. Paskhin<sup>2</sup>, Fjodor L. Lazko<sup>1,2</sup>, Aleksej P. Prizov<sup>1,2</sup>, Maksim F. Lazko<sup>1,2</sup>, Nikolay V. Zagorodniy<sup>1,3</sup>, Valentin V. Menshikov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia;

<sup>2</sup> Buyanov Moscow City Clinical Hospital, Moscow, Russia;

<sup>3</sup> Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** Brachial plexus injury (plexopathy) is a fairly common problem in neurology, neurosurgery, traumatology and orthopedics. Compression of the brachial plexus usually develops in a narrow anatomical space: in the area of the small pectoral muscle, thoracic aperture, interspinous space. In several cases there is a combination of plexopathy and shoulder joint pathology. In a failure of conservative treatment, surgical intervention such as revision and decompression of the brachial plexus can be used. The development of endoscopic methods of decompression allows the minimization of soft tissue trauma, reduces the risk of complications, and accelerates and facilitates the recovery period.

**CLINICAL CASE DESCRIPTION:** Our aim was to describe a clinical case and monitor the results of combined endoscopic intervention in a patient with the "terrible triad": endoscopic decompression of the brachial plexus in the thoracic aperture and interlumbal space and arthroscopy of the shoulder joint with subacromial spacer placement at 6 months after surgery. Patient M., aged 64 years, with the consequences of right shoulder joint trauma: dislocation of the humeral head, damage of the shoulder rotator cuff and development of posttraumatic plexopathy of the right brachial plexus. The patient underwent repeated courses of conservative treatment without any pronounced effect for 1 year after injury. To confirm the diagnosis, the patient underwent electroneuromyography and ultrasound examination of the brachial plexus on the right side and magnetic resonance imaging of the right shoulder joint. After the examination, the patient underwent combined endoscopic intervention: arthroscopy of the shoulder joint with subacromial spacer placement and endoscopic decompression of the brachial plexus in the thoracic aperture and interlumbal space. According to the visual analogue scale (VAS) the intensity of pain syndrome before surgery was 7 cm, 6 months after surgery the intensity of pain decreased to 1 cm according to VAS. According to the disabilities of the arm, shoulder and hand scale (DASH), the degree of upper extremity dysfunction before surgery was 48 points; 6 months after surgery, it decreased to 16 points. The British Medical Research Council scale (BMRC) rated the degree of motor impairment at 3 preoperatively and 0 postoperatively. The degree of sensory impairment according to the Seddon Nerve Damage Rating Scale was 2 preoperatively and 3+ postoperatively. Range of motion in the shoulder joint before surgery: flexion — 110°, abduction — 95°, external rotation — 15°. Six months after surgery: flexion — 165°, abduction — 165°, external rotation — 45°.

**CONCLUSION:** The findings allow us to characterize the technique of one-stage arthroscopy of the shoulder joint and endoscopic decompression of the brachial plexus in the thoracic aperture and interlumbal space as low-traumatic and effective, creating conditions for restoration of the shoulder joint and upper extremity function as well as elimination of pain syndrome in the upper extremity.

**Keywords:** brachial plexus; endoscopic neurolysis; decompression; neuropathy; neuropathic pain syndrome; shoulder arthroscopy; thoracic outlet syndrome; interscalene space.

## To cite this article:

Belyak EA, Paskhin DL, Lazko FL, Prizov AP, Lazko MF, Zagorodniy NV, Menshikov VV. Combined endoscopic treatment of patient with «terrible triade»: decompression of brachial plexus in thoracic aperture and interscalene space and arthroscopic subacromial spacer implantation. Clinical case. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2022;29(4):391–401. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto110980>

Received: 20.09.2022

Accepted: 10.01.2023

Published: 13.03.2023

## ВВЕДЕНИЕ

Поражение плечевого сплетения (ПС) — плексопатия — является достаточно распространённой проблемой в травматологии и ортопедии, нейрохирургии и неврологии [1]. Повреждение ПС обычно происходит вследствие травмы, чаще высококинетической при дорожно-транспортном происшествии, и может приводить к тракционному повреждению сплетения, разрыву стволов, полному анатомическому прерыванию. Однако в некоторых случаях даже низкокинетическая бытовая травма может спровоцировать развитие плексопатии и компрессию ПС в узких анатомических пространствах: межлестничном пространстве, в области грудной апертуры, между малой грудной мышцей и передней грудной стенкой. Иногда травма приводит к сочетанному повреждению плечевого сустава [2, 3]. Консервативное лечение является приоритетным при анатомической целостности ПС на начальных этапах, включает в себя противовоспалительную терапию, реабилитацию, нейротропную терапию [4]. При отсутствии эффекта от лечения прибегают к оперативному вмешательству — декомпрессии ПС в области межлестничного пространства, грудной апертуры, малой грудной мышцы. Стандартной хирургической методикой является открытая ревизия и декомпрессия сосудисто-нервного пучка, которая выполняется с большой травматизацией кожи и мягких тканей, кровопотерей, длительным восстановительным периодом [5, 6]. В отечественной литературе имеются сообщения о миниинвазивной методике декомпрессии ПС [7]. Подобную методику в зарубежной литературе описали R.S. George (2017), K. Furushima (2021) и ряд других авторов [8, 9]. Возможность полностью эндоскопического доступа к ПС в области грудной апертуры и межлестничного пространства и выполнения декомпрессии показана в кадаверном исследовании T. Lafosse [10]. Клинические результаты эндоскопической декомпрессии опубликованы в работах одноимённого автора (Lafosse, 2017) [11]. Работ, полностью посвящённых эндоскопической декомпрессии ПС в области грудной апертуры и межлестничного пространства, в отечественной литературе до сих пор опубликовано не было, тогда как возможность сочетания такой операции с артроскопией ПС и одномоментной коррекцией суставной патологии позволит одномоментно устранить ортопедическую и нейрохирургическую патологию, ускорить и облегчить восстановительный период. Это и послужило обоснованием для публикации настоящей работы.

**Цель работы** — описать клинический случай и отследить результаты комбинированного эндоскопического вмешательства: эндоскопической декомпрессии ПС в области грудной апертуры и межлестничного пространства и артроскопии плечевого сустава с установкой субакромиального спейсера на сроке наблюдения 6 мес после операции.

## КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

### О пациенте

Клинический случай посвящён пациенту М., возраст 63 года. Он получил бытовую травму за 1 год до операции в результате прыжка в воду. Произошёл вывих головки правой плечевой кости. Сразу после получения травмы почувствовал резкую боль в верхней конечности и онемение в пальцах кисти. Обратился за помощью в районный травмпункт, где ему было выполнено устранение вывиха головки правой плечевой кости, наложена гипсовая иммобилизация сроком на 4 нед. По окончании иммобилизации приступил к реабилитации и разработке движений в правой верхней конечности, получал медикаментозную терапию. Прошёл несколько курсов реабилитационной терапии, однако отмечал сохранение болевого синдрома в области правого ПС и правой верхней конечности, ограничение движений в правом ПС, нарушение чувствительности и снижение мышечной силы в кисти. С этими жалобами пациент обратился на консультацию в ГБУЗ "ГКБ им. В.М. Буянова" ДЗМ (Москва), где был проведён консилиум в составе травматолога-ортопеда и нейрохирурга.

### Данные клинического осмотра

Пациент при осмотре предъявлял жалобы на выраженный болевой синдром в области шеи справа, а также боль в области плеча и правой верхней конечности, слабость и снижение чувствительности в конечности. При осмотре плечевого сустава тесты Джоб и Хоукинс-Кеннеди были положительными, что свидетельствовало о поражении сухожилия надостной мышцы. При клинической оценке ПС положительными оказались тест Тинеля в надключичной и подключичной области, тест Аллена и тест Адсона, что свидетельствует о компрессии ПС как в области грудной апертуры, так и в области межлестничного пространства. По визуальной аналоговой шкале (ВАШ) болевой синдром был оценен в 7 см. Амплитуда активных движений в ПС была следующая: сгибание — 110°, отведение — 95°, наружная ротация — 15°. Степень двигательных нарушений в верхней конечности по шкале количественной оценки мышечной силы VMRC была оценена в 3 балла (M3). Степень чувствительных нарушений по шкале повреждения нервов Seddon была оценена в 2 балла (S2) — отсутствовала поверхностная чувствительность в области кисти и предплечья. По шкале DASH (оценка неспособности верхней конечности от 0 до 100 баллов) степень дисфункции правой верхней конечности была оценена в 48 баллов. По результатам инструментального обследования установлено следующее. Данные магнитно-резонансной томографии ПС: признаки остеоартроза правого плечевого сустава 1-й степени, тендинит сухожилия длинной головки двуглавой мышцы плеча, массивное повреждение сухожилия надостной мышцы

с признаками жировой атрофии надостной мышцы по Гуталье 4-й степени. Данные ультразвукового исследования ПС и сосудистого пучка справа в области грудной апертуры: признаки рубцовой компрессии ПС в области грудной апертуры и межлестничного пространства. Данные стимуляционной электронейромиографии ПС: снижение амплитуды моторных и сенсорных ответов лучевого, локтевого, срединного нерва, наличие дисфункции проведения импульса по смешанному типу.

## Лечение

Учитывая длительность заболевания, отсутствие эффекта от консервативного лечения, пациенту было предложено оперативное лечение в объеме комбинированного эндоскопического вмешательства: артроскопии плечевого сустава с установкой субакромиального спейсера, эндоскопической декомпрессией ПС в области грудной апертуры и межлестничного пространства.

### Эндоскопическая хирургическая техника

Операцию производили в положении пациента «пляжное кресло» под комбинированной анестезией



**Рис. 1.** Разметка маркером анатомических ориентиров и эндоскопических портов перед операцией.

**Fig. 1.** Marking of anatomical landmarks and endoscopic portals before surgery.

(эндотрахеальный наркоз + проводниковая анестезия). Выполнили разметку анатомических ориентиров и эндоскопических портов при помощи маркера (рис. 1).

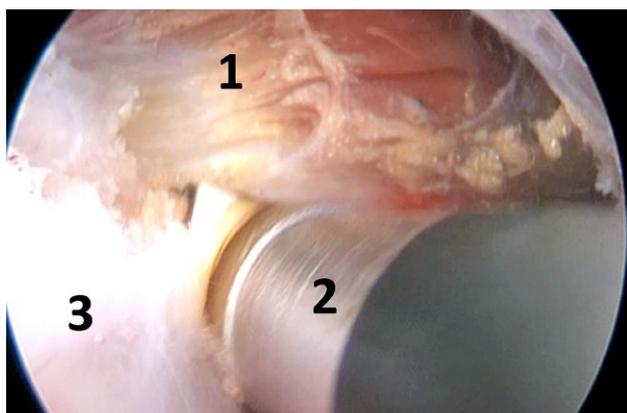
Выполнили доступ в сустав через задний стандартный порт и произвели диагностическую артроскопию плечевого сустава. У пациента были выявлены хондромалации головки плечевой кости и суставного отростка лопатки 1–2-й степени по Outerbridge, массивное невосстановимое повреждение сухожилия надостной мышцы, признаки хронического синовита, дегенеративные изменения фиброзно-хрящевой губы гленоида. Установили передний порт в области ротаторного интервала и выполнили частичную синовэктомию, дебридемент участков хондромалации головки плеча и суставного отростка лопатки, дебридемент фиброзно-хрящевой губы гленоида. Выполнили удаление тканей из области ротаторного интервала с визуализацией клювовидного отростка лопатки. Далее произвели установку передненаружного порта и перевели в него артроскоп, рабочий инструмент располагали в переднем порте. Выполнили релиз тканей в области клювовидного отростка лопатки, визуализировали объединённое сухожилие и малую грудную мышцу, которая прикреплялась к медиальному краю клювовидного отростка. Далее при помощи аблятора выполнили отсечение малой грудной мышцы от клювовидного отростка (рис. 2), что послужило первым этом для формирования «эндоскопического окна» для доступа к ПС.

После выполнили релиз тканей у основания клювовидного отростка с медиального края и осуществили доступ к нижнему краю ключицы и месту прикрепления латеральной порции подключичной мышцы. После произвели отсечение латеральной порции подключичной мышцы от ключицы (рис. 3) и тем самым сформировали «эндоскопическое окно» для доступа к ПС в области грудной апертуры.

Через сформированное «окно» осуществили доступ к грудной апертуре, рассекая спаечные и рубцовые ткани, и визуализировали компоненты ПС: верхний ствол, мышечно-кожный нерв, надлопаточный нерв, верхнюю ветвь срединного нерва (отходящую от верхнего ствола ПС). Произвели рассечение спаек вокруг сплетения и между его компонентами, там самым осуществив декомпрессию ПС в области грудной апертуры. Эндоскопические фото компонентов плечевого сплетения после выполнения его декомпрессии представлены на рис. 4, 5.

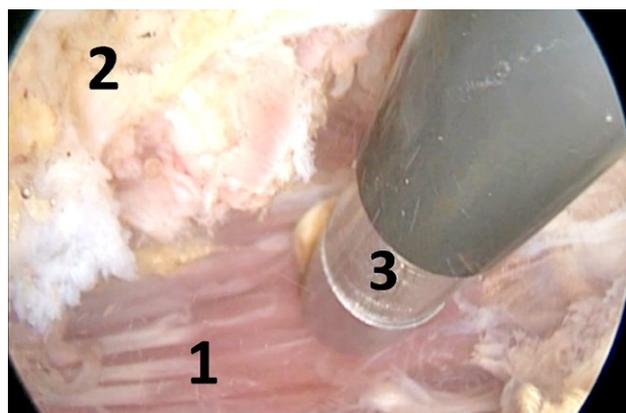
Далее под контролем иглы и артроскопа выполнили 2 порта в надключичной области: передний и задний надключичный (рис. 6).

Игла позволила более корректно определить точку входа и направление эндоскопического канала. Затем перевели артроскоп в задний, а рабочий инструмент (аблятор) — в передний надключичный порт. Интраоперационное фото внешнего расположения артроскопа и инструмента при доступе к межлестничному пространству представлено на рис. 7.



**Рис. 2.** Отсечение малой грудной мышцы (1) от клювовидного отростка лопатки (3) при помощи аблятора (2).

**Fig. 2.** Detachment of pectoralis minor muscle (1) from coracoid process (3) with ablator (2).



**Рис. 3.** Отсечение латеральной части подключичной мышцы (1) от ключицы (2) при помощи аблятора (3).

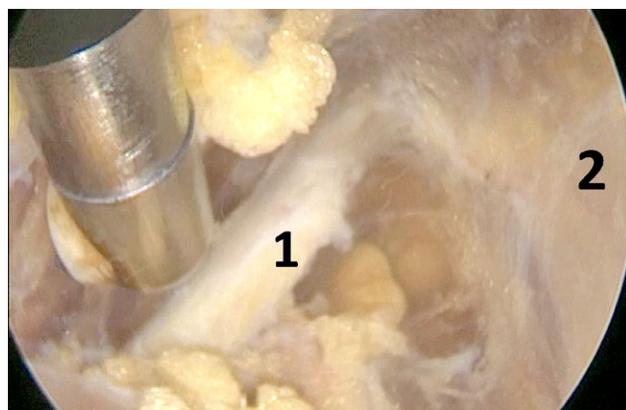
**Fig. 3.** Detachment of lateral portion of subclavian muscle (1) from clavicle (2) with ablator (3).



**Рис. 4.** Компоненты плечевого сплетения в области грудной апертуры после декомпрессии.

*Примечание.* 1 — мышечно-кожный нерв, 2 — верхняя ветвь срединного нерва, отходящая от латерального пучка ПС.

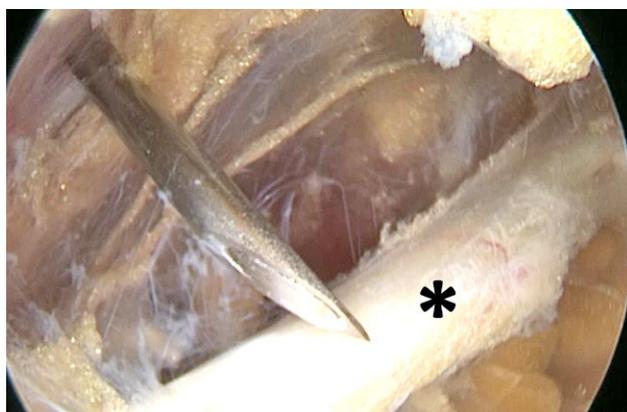
**Fig. 4.** Components of brachial plexus at area of thoracic aperture.  
*Note.* 1 — musculo-cutaneous nerve, 2 — upper branch of median nerve going from lateral cord of brachial plexus.



**Рис. 5.** Компоненты плечевого сплетения в области грудной апертуры после декомпрессии.

*Примечание.* 1 — надлопаточный нерв, 2 — верхний ствол плечевого сплетения.

**Fig. 5.** Components of brachial plexus at area of thoracic aperture after decompression.  
*Note.* 1 — suprascapular nerve, 2 — upper trunk of brachial plexus.



**Рис. 6.** Выполнение надключичных портов под контролем иглы.

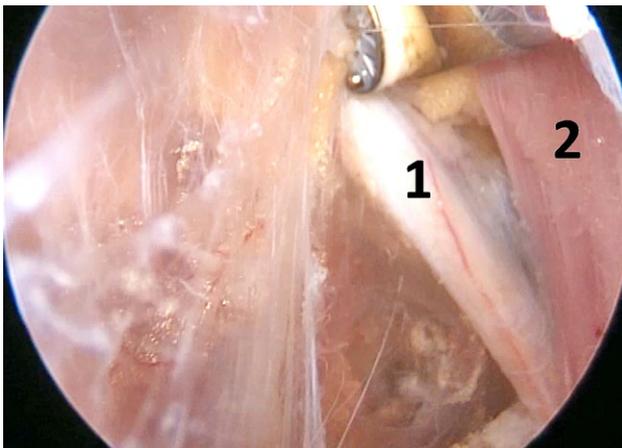
*Примечание.* \* — надлопаточный нерв.

**Fig. 6.** Performing of supraclavicular portals with control of a needle.  
*Note.* \* — suprascapular nerve.

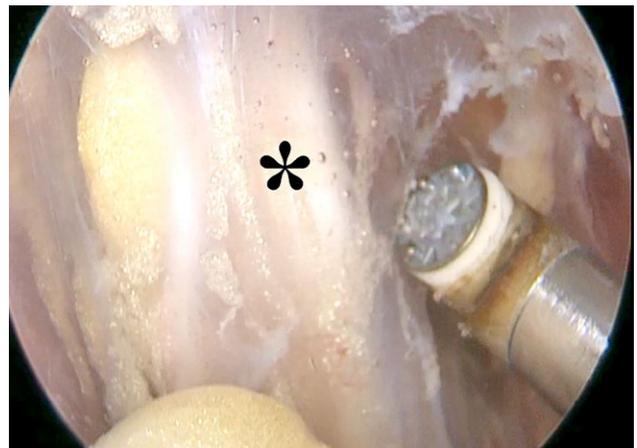


**Рис. 7.** Внешнее расположение артроскопа и инструмента при выполнении доступа к межлестничному пространству.

**Fig. 7.** External view of position arthroscope and instrument during approach to interscalene space.



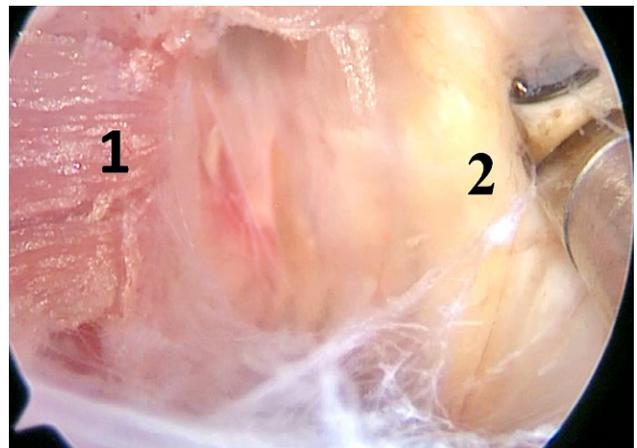
**Рис. 8.** Надлопаточный нерв (1) и лопаточно-подъязычная мышца (2) в области надключичной ямки.  
**Fig. 8.** Suprascapular nerve (1) and omohyoid muscle (2) at area of supraclavicular fossa.



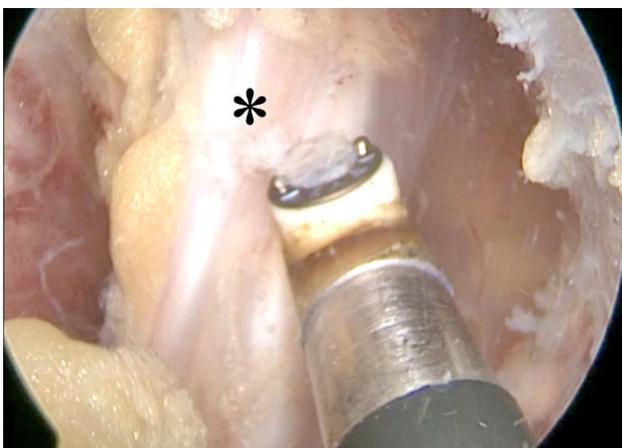
**Рис. 9.** Плечевое сплетение (\*) в области межлестничного пространства.  
**Fig. 9.** Brachial plexus (\*) at interscalene space.



**Рис. 10.** Подключичная артерия (\*), проходящая кпереди от плечевого сплетения в межлестничном промежутке.  
**Fig. 10.** Subclavian artery (\*), passing anteriorly to brachial plexus in interscalene space.



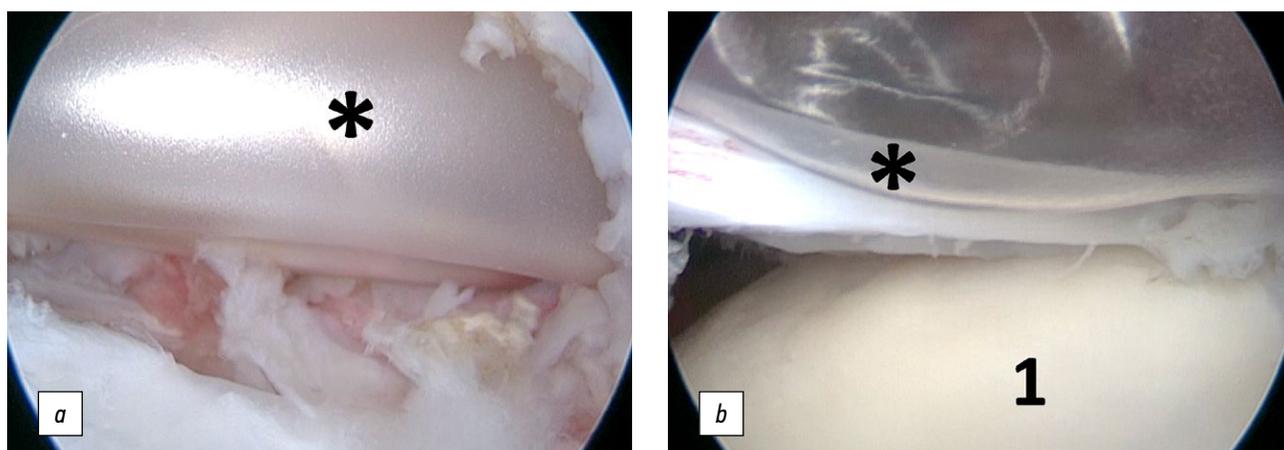
**Рис. 11.** Средняя лестничная мышца (1) и средний ствол плечевого сплетения (2).  
**Fig. 11.** Median scalene muscle (1) and median trunk of brachial plexus (2).



**Рис. 12.** Плечевое сплетение (\*) в области межлестничного пространства после выполнения декомпрессии.  
**Fig. 12.** Brachial plexus (\*) at interscalene space after decompression.



**Рис. 13.** Компоненты плечевого сплетения (\*) в области межлестничного пространства после выполнения декомпрессии.  
**Fig. 13.** Components of brachial plexus (\*) at interscalene space after performing decompression.



**Рис. 14.** Установка субакромиального спейсера.

*Примечание.* а) Спейсер (\*) введён в сложенном состоянии в полость сустава; б) Спейсер (\*) после расправления. 1 — головка плечевой кости.

**Fig. 14.** Placement of subacromial spacer.

*Note.* а) Spacer (\*) introduced into shoulder joint in folded mode; б) Spacer (\*) after dilatation. 1 — humeral head.

Первой невральной структурой, которую визуализировали в этой области, стал надлопаточный нерв, кпереди от которого проходила лопаточно-подъязычная мышца (рис. 8).

Далее мы использовали надлопаточный нерв в роли своеобразного «трекера» — выполнили релиз тканей и рассечение спаек по ходу надлопаточного нерва, дойдя до первичных стволов ПС в области межлестничного пространства (рис. 9).

После рассекли рубцовые и спаечные ткани вокруг ПС, кпереди от сплетения визуализировали подключичную артерию (хорошо визуализировались даже сосуды адвентиции; рис. 10).

Кзади от ПС визуализировали среднюю лестничную мышцу (рис. 11).

Декомпрессия сплетения заключалась в рассечении всех спаечных и рубцовых тканей кпереди, кверху и кзади от стволов ПС. Это позволило сформировать свободное пространство вокруг ПС для устранения его компрессии и раздражения. Интраоперационные фото ПС после выполнения декомпрессии представлены на рис. 12, 13.

Заключительным этапом операции явилась установка субакромиального спейсера InSpace (Stryker, США). Он был установлен в область субакромиального пространства плечевого сустава в место массивного повреждения вращательной манжеты плеча. В полость сустава ввели спейсер в сложенном состоянии, а затем заполнили его физиологическим раствором до необходимого объёма и визуализировали его расправление. Этапы установки субакромиального спейсера представлены на рис. 14.

Далее ушили послеоперационные раны и наложили асептические повязки. Верхнюю конечность фиксировали в ортезе. Внешний вид области плеча и шеи после оперативного вмешательства представлен на рис. 15.



**Рис. 15.** Доступы после эндоскопического вмешательства.

**Fig. 15.** Approaches after endoscopic surgery.

## Послеоперационное состояние и прогноз

Учитывая тот факт, что работа проводилась преимущественно в межтканевом пространстве, а не в замкнутой полости (сустав), во время операции мягкие ткани и подкожно-жировая клетчатка области плеча и шеи инфильтрировались физиологическим раствором. Однако уже на следующий день после операции к моменту перевязки отёк регрессировал, физиологический раствор реабсорбировался и выделился в послеоперационные повязки. Уже на следующий день после операции пациент приступил к разработке пассивных движений в плечевом суставе и лечебной физической культуре. Имобилизация правой верхней конечности в ортезе осуществлялась на протяжении 10 дней. Швы были сняты на 10-е сут с момента операции, послеоперационные раны зажили первичным натяжением. После снятия послеоперационных швов пациент приступил к занятиям в условиях реабилитационного центра и прохождению курса физиотерапии.

Послеоперационный период у пациента протекал гладко. Он отметил уменьшение интенсивности болевого синдрома и улучшение чувствительности уже на следующий день после операции. Осложнений в раннем и позднем послеоперационном периоде мы не зарегистрировали. Контрольный клинический осмотр пациента с оценкой по шкалам провели через 6 мес с момента операции. По визуальной аналоговой шкале болевой синдром был оценен в 1 см (незначительный болевой синдром). Амплитуда активных движений в плечевом суставе увеличилась и составила: сгибание — 165°, отведение — 165°, наружная ротация — 45°. Двигательные нарушения в верхней конечности и кисти отсутствовали (0 баллов по шкале двигательной оценки мышечной силы VMRC, M0). Чувствительные нарушения также значительно регрессировали: по шкале классификации повреждения нервов Seddon они были оценены в 3 балла (S3+). По шкале DASH (шкала неспособности верхней конечности) степень дисфункции правой верхней конечности оценили в 16 баллов. По данным контрольного ультразвукового исследования ПС и сосудистого пучка справа, в области грудной апертуры и межлестничного пространства признаки компрессии сосудисто-нервного пучка отсутствовали. Контрольная стимуляционная электромиография правого ПС продемонстрировала улучшение проводимости по пучкам ПС, увеличение амплитуды М-ответа.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Консервативное лечение плексопатии ПС и туннельных синдромов (синдром межлестничного пространства, синдром грудной апертуры (СГА), синдрома Райта) показывает хорошие клинические результаты как в раннем, так и в отдалённом периоде. Однако у определённой группы пациентов (с длительным течением заболевания, посттравматической этиологией плексопатии, сопутствующей суставной патологией) консервативное лечение

достаточно часто терпит неудачу. Стандартное хирургическое лечение — декомпрессия плечевого сплетения — выполняется, как правило, открытым доступом и сопряжено со всеми недостатками открытой хирургии: большой доступ, массивная травматизация мягких тканей, кровопотеря, длительная реабилитация, болевой синдром. С целью уменьшения описанных проблем А.А. Суфияновым и соавт. в 2017 году была разработана миниинвазивная методика выполнения декомпрессии в области грудной апертуры [7]. Эта хирургическая техника подразумевает выполнение небольшого доступа в подмышечной впадине к сосудисто-нервному пучку и дальнейшую эндоскопически-ассистированную ревизию и невролиз ПС в проксимальном направлении вплоть до грудной апертуры, с устранением, в первую очередь, мягкотканых компонентов компрессии сплетения: спаечных тканей, рубцовых перетяжек. Схожие работы велись и за рубежом, но они в большей степени касались эндоскопической резекции первого ребра при синдроме грудной апертуры. Сформировалось 2 направления в хирургии: часть хирургов [8, 12–14] осуществляли доступ к области грудной апертуры через подмышечную впадину и под контролем эндоскопии осуществляли резекцию первого ребра. Ещё часть хирургов осуществляли доступ и резекцию первого ребра посредством торакоскопии [9, 15, 16]. Хорошие клинические результаты достигались в обеих группах. Так, R.F. Candia-de la Rosa и соавт. поделились своим опытом трансаксиллярной эндоскопически-ассистированной резекции первого ребра у пациентов с СГА [12]. Из 22 прооперированных пациентов у 20 человек полностью регрессировали неврологические расстройства, и был получен отличный результат, ещё у 2 пациентов осталась легкая парестезия. Свою хирургическую технику эндоскопически-ассистированной резекции первого ребра трансаксиллярным доступом опубликовал и Y.C. Chan в 2013 году, где он сообщил о хороших клинических результатах [13]. Имеются также публикации об успешном применении компьютерной ассистенции (Da Vinci) при подобных операциях [14]. Подобная хирургическая техника использовалась у 42 пациентов и показала хорошие результаты без рецидива болевого синдрома у 66% пациентов. K. Furushima и соавт. в 2021 году сообщили об успешном опыте эндоскопически-ассистированной резекции первого ребра у пациента с синдромом грудной апертуры [8]. Свою методику торакоскопической резекции первого ребра при СГА опубликовал и R. George [9]. В группу анализа вошло 10 пациентов, 9 из которых полностью избавились от неврологических расстройств после операции. M. Mittak и соавт. в 2022 году опубликовали свою методику торакоскопической резекции первого ребра при СГА, применили её у двух пациентов и получили хорошие клинические результаты [15]. H. Nuutinen и соавт. в 2018 году проанализировали и опубликовали свой опыт торакоскопической резекции первого ребра у 30 пациентов, сравнив со стандартным подмышечным

доступом (30 пациентов), и получили сопоставимые результаты [16].

Полностью эндоскопический метод декомпрессии ПС в области апертуры и межлестничного пространства был разработан Т. Lafosse и опубликован в 2017 году [11]. В исследуемую группу были включены 36 человек, но результаты удалось отследить только у 21 пациента. Средний показатель по шкале DASH до операции составил 70 баллов, через 6 мес после операции он уменьшился до 34 баллов, боль и парестезии регрессировали у 90% пациентов [11]. В нашем исследовании на отдельном клиническом примере мы получили схожий результат: уменьшение по шкале DASH с 48 до 16 баллов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящая работа на отдельном клиническом случае показала возможность выполнения одномоментной эндоскопической декомпрессии ПС в области грудной апертуры и межлестничного пространства в комбинации с артроскопией плечевого сустава и установкой субакромиального спейсера. Работа продемонстрировала хороший клинический результат комбинированной эндоскопической методики на сроке наблюдения до 6 мес после операции с устранением болевого синдрома и практически полным регрессом неврологических расстройств в правой верхней конечности. Осложнений в раннем и позднем послеоперационном периоде не наблюдалось.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ / ADDITIONAL INFO

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: *Е.А. Беляк* — лечение пациентов, проведение операций, сбор и анализ инструментальных исследований, обработка и обсуждение результатов исследования, поисково-аналитическая работа,

обсуждение результатов исследования, написание текста статьи; *Д.Л. Пасхин* — лечение пациентов, проведение операций, редактирование текста рукописи; *М.Ф. Лазко* — лечение пациентов, проведение операций, редактирование текста рукописи; *В.В. Меньшиков* — лечение пациентов, проведение операций редактирование текста рукописи; *А.П. Призов* — сбор и анализ инструментальных исследований, редактирование текста рукописи; *Ф.Л. Лазко* — обработка и обсуждение результатов исследования, написание текста статьи, поисково-аналитическая работа, обсуждение результатов исследования; *Н.В. Загородний* — обработка и обсуждение результатов исследования, написание текста статьи, поисково-аналитическая работа, обсуждение результатов исследования.

**Author's contribution.** Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of 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. *E.A. Belyak, D.L. Pashkin, M.F. Lazko, V.V. Menshikov* — treatment of patients, performing surgeries, editing the text of the manuscript; *E.A. Belyak, A.P. Prizov* — forming data and analysis of instrumental studies; *E.A. Belyak, F.L. Lazko, N.V. Zagorodniy* — processing and discussion of the results of the study, writing the text of the article; *E.A. Belyak, D.L. Pashkin, F.L. Lazko* — search and analytical work, discussion of the results of the study, writing the text of the article.

**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.

**Информированное согласие на публикацию.** Авторы получили письменное согласие законных представителей пациента на публикацию медицинских данных и фотографий (дата подписания согласия 10.08.2022).

**Consent for publication.** Written consent (was signed 10.08.2022) was obtained from the patient for publication of relevant medical information and all of accompanying images within the manuscript.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kuhn J.E., Lebus V. G.F., Bible J.E. Thoracic outlet syndrome // *J Am Acad Orthop Surg.* 2015. Vol. 23, N 4. P. 222–232. doi: 10.5435/JAAOS-D-13-00215
2. Gutkowska O., Martynkiewicz J., Urban M., Gosk J. Brachial plexus injury after shoulder dislocation: a literature review // *Neurosurg Rev.* 2020. Vol. 43, N 2. P. 407–423. doi: 10.1007/s10143-018-1001-x
3. Marsalli M., Sepúlveda O., Morán N., Breyer J.M. Shoulder Terrible Triad: Classification, Functional Results, and Prognostic Factors // *J Am Acad Orthop Surg.* 2020. Vol. 28, N 5. P. 200–207. doi: 10.5435/JAAOS-D-19-00492
4. Collins E., Orpin M. Physical Therapy Management of Neurogenic Thoracic Outlet Syndrome // *Thorac Surg Clin.* 2021. Vol. 31, N 1. P. 61–69. doi: 10.1016/j.thorsurg.2020.09.003
5. Магомедов Р.К., Муин Р.А. Нейроваскулярный компрессионный синдром в области верхней грудной апертуры: клинико-диагностические аспекты и хирургическое лечение // *Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии.* 2015. № 7. С. 55–64.
6. Гаибов А.Д., Кахоров А.З., Садриев О.Н., Юнусов Х.А. Хирургическое лечение синдрома верхней грудной апертуры // *Вестник хирургии им. И.И. Грекова.* 2015. Т. 174, № 1. С. 78–83. doi: 10.24884/0042-4625-2015-174-1-78-83

7. Патент РФ на изобретение № 2637616 C1/05.12.2017. Суфианов А.А., Гизатуллин М.Р., Якимов Ю.А. Способ эндоскопической ревизии, невролиза и декомпрессии плечевого сплетения. Режим доступа: <https://edrid.ru/rid/217.015.f583.html>. Дата обращения: 09.03.2023.
8. Furushima K., Funakoshi T. Endoscopic-Assisted Transaxillary Approach for First-Rib Resection and Neurolysis in Thoracic Outlet Syndrome // *Arthrosc Tech*. 2021. Vol. 10, N 1. P. e235–e240. doi: 10.1016/j.eats.2020.09.034
9. George R.S., Milton R., Chaudhuri N., et al. Totally Endoscopic (VATS) First Rib Resection for Thoracic Outlet Syndrome // *Ann Thorac Surg*. 2017. Vol. 103, N 1. P. 241–245. doi: 10.1016/j.athoracsur.2016.06.075
10. Lafosse T., Masmejean E., Bihel T., Lafosse L. Brachial plexus endoscopic dissection and correlation with open dissection // *Chir Main*. 2015. Vol. 34, N 6. P. 286–293. doi: 10.1016/j.main.2015.08.007
11. Lafosse T., Le Hanneur M., Lafosse L. All-endoscopic Brachial Plexus Complete Neurolysis for Idiopathic Neurogenic Thoracic Outlet Syndrome: Surgical Technique // *Arthrosc Tech*. 2017. Vol. 6, N 4. P. e967–e971. doi: 10.1016/j.eats.2017.03.006
12. Candia-de la Rosa R.F., Pérez-Rodríguez A., Candia-García R., Palacios-Solís J.M. Endoscopic transaxillary first rib resection for thoracic outlet syndrome: a safe surgical option // *Cir Cir*. 2010. Vol. 78, N 1. P. 53–59.
13. Chan Y.C., Gelabert H.A. High-definition video-assisted transaxillary first rib resection for thoracic outlet syndrome // *J Vasc Surg*. 2013. Vol. 57, N 4. P. 1155–1158. doi: 10.1016/j.jvs.2012.10.089
14. Martinez B.D., Wiegand C.S., Evans P, et al. Computer-assisted instrumentation during endoscopic transaxillary first rib resection for thoracic outlet syndrome: a safe alternate approach // *Vascular*. 2005. Vol. 13, N 6. P. 327–335. doi: 10.1258/rsmvasc.13.6.327
15. Mitták M., Tulinský L., Martínek L. Our technique of thoracoscopic first rib resection — case report // *Rozhl Chir*. 2022. Vol. 101, N 4. P. 176–179. doi: 10.33699/PIS.2022.101.4.176-179
16. Nuutinen H., Riekkinen T., Aittola V., et al. Thoracoscopic Versus Transaxillary Approach to First Rib Resection in Thoracic Outlet Syndrome // *Ann Thorac Surg*. 2018. Vol. 105, N 3. P. 937–942. doi: 10.1016/j.athoracsur.2017.10.004

## REFERENCES

1. Kuhn JE, Lebus V GF, Bible JE. Thoracic outlet syndrome. *J Am Acad Orthop Surg*. 2015;23(4):222–232. doi: 10.5435/JAAOS-D-13-00215
2. Gutkowska O, Martynkiewicz J, Urban M, Gosk J. Brachial plexus injury after shoulder dislocation: a literature review. *Neurosurg Rev*. 2020;43(2):407–423. doi: 10.1007/s10143-018-1001-x
3. Marsalli M, Sepúlveda O, Morán N, Breyer JM. Shoulder Terrible Triad: Classification, Functional Results, and Prognostic Factors. *J Am Acad Orthop Surg*. 2020;28(5):200–207. doi: 10.5435/JAAOS-D-19-00492
4. Collins E, Orpin M. Physical Therapy Management of Neurogenic Thoracic Outlet Syndrome. *Thorac Surg Clin*. 2021;31(1):61–69. doi: 10.1016/j.thorsurg.2020.09.003
5. Magomedov RK, Muin RA. Neurovascular compression syndrome in upper thoracic aperture area: clinical-diagnostical aspects and surgical treatment. *Bulletin of Neurology, Psychiatry and Neurosurgery*. 2015;7:55–64. (In Russ).
6. Gaibov AD, Kakhorov AZ, Sadriev ON, Yunusov KA. Surgical treatment of superior thoracic outlet syndrome. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2015;174(1):78–83. (In Russ). doi: 10.24884/0042-4625-2015-174-1-78-83
7. Патент RUS N 2637616 C1/05.12.2017. Суфианов А.А., Гизатуллин М.Р., Якимов Ю.А. Способ эндоскопической ревизии, невролиза и декомпрессии плечевого сплетения. Available from: <https://edrid.ru/rid/217.015.f583.html>. Accessed: 09.03.2023. (In Russ).
8. Furushima K, Funakoshi T. Endoscopic-Assisted Transaxillary Approach for First-Rib Resection and Neurolysis in Thoracic Outlet Syndrome. *Arthrosc Tech*. 2021;10(1):e235–e240. doi: 10.1016/j.eats.2020.09.034
9. George RS, Milton R, Chaudhuri N, et al. Totally Endoscopic (VATS) First Rib Resection for Thoracic Outlet Syndrome. *Ann Thorac Surg*. 2017;103(1):241–245. doi: 10.1016/j.athoracsur.2016.06.075
10. Lafosse T, Masmejean E, Bihel T, Lafosse L. Brachial plexus endoscopic dissection and correlation with open dissection. *Chir Main*. 2015;34(6):286–293. doi: 10.1016/j.main.2015.08.007
11. Lafosse T, Le Hanneur M, Lafosse L. All-endoscopic Brachial Plexus Complete Neurolysis for Idiopathic Neurogenic Thoracic Outlet Syndrome: Surgical Technique. *Arthrosc Tech*. 2017;6(4):e967–e971. doi: 10.1016/j.eats.2017.03.006
12. Candia-de la Rosa RF, Pérez-Rodríguez A, Candia-García R, Palacios-Solís JM. Endoscopic transaxillary first rib resection for thoracic outlet syndrome: a safe surgical option. *Cir Cir*. 2010;78(1):53–59.
13. Chan YC, Gelabert HA. High-definition video-assisted transaxillary first rib resection for thoracic outlet syndrome. *J Vasc Surg*. 2013;57(4):1155–1158. doi: 10.1016/j.jvs.2012.10.089
14. Martinez BD, Wiegand CS, Evans P, et al. Computer-assisted instrumentation during endoscopic transaxillary first rib resection for thoracic outlet syndrome: a safe alternate approach. *Vascular*. 2005;13(6):327–335. doi: 10.1258/rsmvasc.13.6.327
15. Mitták M, Tulinský L, Martínek L. Our technique of thoracoscopic first rib resection — case report. *Rozhl Chir*. 2022;101(4):176–179. doi: 10.33699/PIS.2022.101.4.176-179
16. Nuutinen H, Riekkinen T, Aittola V, et al. Thoracoscopic Versus Transaxillary Approach to First Rib Resection in Thoracic Outlet Syndrome. *Ann Thorac Surg*. 2018;105(3):937–942. doi: 10.1016/j.athoracsur.2017.10.004

## ОБ АВТОРАХ

\* **Беляк Евгений Александрович**, к.м.н., ассистент кафедры, врач травматолог-ортопед;  
адрес: Россия, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2542-8308>;  
eLibrary SPIN: 7337-1214;  
e-mail: belyakevgen@mail.ru

**Пасхин Дмитрий Львович**, врач-нейрохирург;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3915-7796>;  
eLibrary SPIN: 8930-1390;  
e-mail: yas-moe@mail.ru

**Лазко Фёдор Леонидович**, д.м.н., профессор; врач травматолог-ортопед;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5292-7930>;  
eLibrary SPIN: 8504-7290;  
e-mail: fedor\_lazko@mail.ru

**Призов Алексей Петрович**, к.м.н., доцент, врач травматолог-ортопед;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3092-9753>;  
eLibrary SPIN: 6979-6480;  
e-mail: aprizov@yandex.ru

**Лазко Максим Фёдорович**, ассистент кафедры, врач травматолог-ортопед;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6346-824X>;  
e-mail: maxim\_lazko@mail.ru

**Загородний Николай Васильевич**, д.м.н., профессор, член-корреспондент РАН, врач травматолог-ортопед;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6736-9772>;  
eLibrary SPIN: 6889-8166;  
e-mail: zagorodniy51@mail.ru

**Меньшиков Валентин Владимирович**, врач-травматолог-ортопед;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1102-2016>;  
e-mail: valentinmenshichov@gmail.com

## AUTHORS INFO

\* **Evgeniy A. Belyak**, MD, Cand. Sci. (Med.), department assistant, traumatologist-orthopedist;  
address: 6 Miklukho-Maklaya Str., 117198, Moscow, Russia;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2542-8308>;  
eLibrary SPIN: 7337-1214;  
e-mail: belyakevgen@mail.ru

**Dmitrij L. Paskhin**, neurosurgeon;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3915-7796>;  
eLibrary SPIN: 8930-1390;  
e-mail: yas-moe@mail.ru

**Fjodor L. Lazko**, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor, traumatologist-orthopedist;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5292-7930>;  
eLibrary SPIN: 8504-7290;  
e-mail: fedor\_lazko@mail.ru

**Aleksej P. Prizov**, MD, Cand. Sci. (Med.), associate professor, traumatologist-orthopedist;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3092-9753>;  
eLibrary SPIN: 6979-6480;  
e-mail: aprizov@yandex.ru

**Maksim F. Lazko**, MD, department assistant, traumatologist-orthopedist;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6346-824X>;  
e-mail: maxim\_lazko@mail.ru

**Nikolay V. Zagorodniy**, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor, Corresponding member of RAS, traumatologist-orthopedist;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6736-9772>;  
eLibrary SPIN: 6889-8166;  
e-mail: zagorodniy51@mail.ru

**Valentin V. Menshikov**, traumatologist-orthopedist;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1102-2016>;  
e-mail: valentinmenshichov@gmail.com

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto111823>

# Опыт успешного лечения пациента с хроническим небактериальным остеомиелитом (клинический случай)

Г.Н. Таиров<sup>1</sup>, А.П. Топтыгина<sup>2</sup>, А.А. Очкуренко<sup>1</sup>, Ю.В. Буклемишев<sup>1</sup>, И.Н. Карпов<sup>1</sup><sup>1</sup> Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Москва, Российская Федерация;<sup>2</sup> Московский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Г.Н. Габричевского, Москва, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

Хронический небактериальный остеомиелит — редкое аутовоспалительное заболевание костей, протекающее с периодами обострений и ремиссий. Этиотропной терапии, стандартов диагностики и лечения не разработано, пациенты наблюдаются у ревматологов, иммунологов, ортопедов, им проводят симптоматическое, противовоспалительное лечение, назначают антибиотики широкого спектра действия, иммунодепрессанты для купирования воспаления, что способствует предупреждению новых или уменьшению существующих патологических очагов.

В данной статье описано влияние комбинации иммунной терапии и остеотропного лечения золедроновой кислотой у пациента с хроническим небактериальным остеомиелитом. В клиническом наблюдении с применением всестороннего обследования, включая лучевые (рентгенография, компьютерная и магнитно-резонансная томография), лабораторные методы, достигнут положительный исход при использовании консервативных методов у пациента с хроническим небактериальным остеомиелитом грудины с помощью иммунотерапии и остеотропного лечения.

Таким образом, в лечении хронического небактериального остеомиелита может быть перспективна комбинация бисфосфонатов и иммунотерапии. Однако неизвестно, какова будет длительность ремиссии и какая программа лечения необходима для окончательного разрешения заболевания.

**Ключевые слова:** хронический небактериальный остеомиелит; бисфосфонаты; золедроновая кислота; иммунотерапия.

## Как цитировать:

Таиров Г.Н., Топтыгина А.П., Буклемишев Ю.В., Очкуренко А.А., Карпов И.Н. Опыт успешного лечения пациента с хроническим небактериальным остеомиелитом (клинический случай) // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2022. Т. 29, № 4. С. 403–411. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto111823>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto111823>

## Experience of successful treatment of a patient with chronic non-bacterial osteomyelitis (clinical case)

Gazinur N. Tairov<sup>1</sup>, Anna P. Toptygina<sup>2</sup>, Alexander A. Ochkurenko<sup>1</sup>, Yuriy V. Buklemishev<sup>1</sup>, Igor N. Karpov<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup> G.N. Gabrichevsky Research Institute for Epidemiology and Microbiology, Moscow, Russia

### ABSTRACT

**BACKGROUND:** Chronic nonbacterial osteomyelitis is a rare autoinflammatory bone disease with periods of relapses and remissions. No etiologic therapy, diagnostic and treatment standards exist, patients are observed by rheumatologists, immunologists, and orthopedist. They receive symptomatic, anti-inflammatory treatment, broad-spectrum antibiotics, immunosuppressants to control inflammation, which helps to prevent new or to reduce existing pathological foci.

**CLINICAL CASE DESCRIPTION:** This article describes the effect of immune therapy and osteotropic treatment with zoledronic acid combination in a patient with chronic non-bacterial osteomyelitis. In a clinical observation involving comprehensive examination, including radiological (radiography, computed tomography and magnetic resonance imaging) and laboratory methods, a positive outcome was achieved using conservative methods of treatment in a patient with chronic non-bacterial sternum osteomyelitis.

**CONCLUSION:** Thus, a combination of bisphosphonates and immunotherapy may be promising in the treatment of chronic non-bacterial osteomyelitis. However, it is unknown as to how long the remission will last and what treatment program is necessary for the final disease resolution.

**Keywords:** chronic non-bacterial osteomyelitis; bisphosphonates; zoledronic acid; immunotherapy.

### To cite this article:

Tairov GN, Toptygina AP, Ochkurenko AA, Buklemishev YuV, Karpov IN. Experience of successful treatment of a patient with chronic non-bacterial osteomyelitis (clinical case). *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2022;29(4):403–411. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto111823>

## ВВЕДЕНИЕ

Хронический небактериальный остеомиелит (ХНО) представляет собой аутовоспалительное заболевание костей, поражающее преимущественно детей и подростков [1–3], с пиком течения патологического процесса между 7 и 12 годами, но может встречаться во всех возрастных группах. Спектр клинических проявлений разнообразен и варьирует от единичных бессимптомных поражений костей до наиболее тяжелой формы хронического рецидивирующего многоочагового остеомиелита [1, 2, 4–7].

Патофизиология ХНО недостаточно изучена, но работы последних лет показывают, что основная причина заболевания состоит в изменении или нарушении в клетках врожденного иммунитета [1, 2]. Моноциты людей с данным заболеванием не способны продуцировать противовоспалительные цитокины, такие как интерлейкин-10 (IL-10), интерлейкин-19 (IL-19). Это приводит к активации воспаления и высвобождению провоспалительных цитокинов, таких как интерлейкин-1 $\beta$  (IL-1 $\beta$ ), интерлейкин-6 (IL-6), фактор некроза опухоли альфа (TNF $\alpha$ ), которые воздействуют на рецепторы RANK (receptor activator of nuclear factor- $\kappa$ B ligand) остеокластов. Активация остеокластов приводит к резорбции костной ткани и стерильному воспалению [1, 2]. ХНО часто ассоциируется с нарушением микробиома кожи и кишечника [1], но нет прямых доказательств участия бактериальной инфекции в патогенезе заболевания [1].

Этиотропной терапии ХНО не существует. Лечение пациентов с ХНО в значительной степени основано на мнении экспертов и относительно небольшом количестве случаев [3, 8, 9]. Оно обычно включает нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП), глюкокортикоиды, базисные противоревматические препараты (сульфасалазин или метотрексат), анти-TNF-агенты [1, 2, 3, 8–10]. В последние годы все больше внимания стали уделять применению бисфосфонатов [1–3, 6, 10–15]. Применять НПВП в схеме лечения ХНО стали еще на заре изучения проблемы данного патологического процесса [8, 9]. Их используют в качестве препаратов первой линии у пациентов без поражения позвоночника. НПВП относительно быстро снижают выраженность клинических проявлений [1] и помогают в борьбе с воспалением костей у пациентов с ХНО. В последующем несколько ретроспективных анализов и одно проспективное наблюдение показали, что НПВП эффективны у большой группы пациентов в течение первых 1–2 лет лечения [1]. Несмотря на длительность применения, в дальнейшем действенность НПВП снижается, периоды ремиссии сокращаются, а частота обострений увеличивается. Более чем у 50% пациентов через 2 года отмечены обострения [7–9]. Глюкокортикоиды быстро и эффективно влияют на воспалительную активность, но редко вызывают длительную ремиссию с развитием симптома отмены. Некоторые авторы предлагали после начала снижения дозы гормональных препаратов

назначать поддерживающий курс НПВП, что значительно продлевало период ремиссии [8, 9]. Однако в данном наблюдении гормональные препараты не использовали.

## КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

Пациент С., 06.12.1991 г.р. Наблюдается с 25.09.2020 с диагнозом ХНО грудины.

Обратился с жалобами на отёк и боли в области грудины до 8–9 баллов по визуальной аналоговой шкале (ВАШ) при физических нагрузках, периодические резкие обострения болевого синдрома с частотой до нескольких раз в месяц. Эпизодическое применение НПВП не позволяет полностью купировать болевой синдром, при обострениях требуются курсы постоянного приёма препаратов.

У пациента длительный анамнез — с 2009 г., когда в возрасте 18 лет впервые появились боли в области грудины, а через несколько месяцев возник отёк в области рукоятки грудины. Наблюдался у терапевта, получал консервативное лечение в виде НПВП без значимого клинического эффекта. В 2011 г. выполнена сцинтиграфия, по результатам которой обнаружено накопление радиофармпрепарата в области грудины и поясничных позвонков, но клинический диагноз хронического рецидивирующего многоочагового остеомиелита не был установлен. За время наблюдения отметил усиление болевого синдрома и учащение периодов рецидива обострения болевого синдрома, снижение эффективности терапии. Пациент принимал НПВП (нимесулид) по 100 мг 2 раза в день уже



**Рис. 1.** Мультиспиральная компьютерная томограмма грудины от 07.04.2020. Сагиттальный срез, 0,625 мм, мультипланарная реконструкция.

**Fig. 1.** Multi-spectral computed tomography picture of the sternum from 07.04.2020. Sagittal partition, 0.625 mm, multiplanar reconstruction.

практически постоянно в течение 2 лет без положительного эффекта. В сентябре 2020 г. обратился в ФГБУ «НМИЦ ТО им Н.Н. Приорова» для определения тактики лечения.

При сборе анамнеза: в течение 15 лет пациента беспокоит *acne vulgaris* в области спины с периодическими обострениями и ремиссиями. Поражения кожных покровов в виде тяжёлых форм акне встречаются приблизительно у 10% пациентов с ХНО [1].

При осмотре: в области верхней трети грудины определялись отёчность и зона гиперемии размером 7×4 см. При пальпации боли усиливались. По результатам компьютерной томограммы от 07.04.2020 (рис. 1) выявлены структурные изменения костей, формирующих сочленение рукоятки и тела грудины.

Хронический небактериальный остеомиелит диагностирован на основании критериев A. Jansson, наиболее часто применяемых в зарубежной литературе [2]. Назначено дообследование в виде консультации иммунолога и лабораторных исследований в динамике. Для исключения соматической патологии определен перечень анализов: уровень глюкозы, гликированного гемоглобина, активность аланинаминотрансферазы, аспаратаминотрансферазы, содержание мочевины, креатинина, паратгормона, кальция, кальция ионизированного, фосфора, витамина D в крови; концентрация маркеров воспаления [С-реактивный белок, прокальцитонин, ревматоидный фактор, АЦЦП (антитела к циклическому цитруллинированному пептиду), антистрептолизин O, белковые фракции, общий анализ крови + скорость оседания эритроцитов], маркеров костеобразования (щелочная фосфатаза, остеокальцин, P1NP), маркеров костной резорбции ( $\beta$ -cross-laps в крови, дезоксиридинолин в утренней моче).

Показатели общего анализа крови были в пределах референтных значений, как и другие биохимические данные, отмечено незначительное повышение скорости оседания эритроцитов до 14 мм/ч и снижение уровня остеокальцина до 22 нг/мл (табл. 1).

После осмотра, учитывая вышеуказанную клиническую картину, пациенту рекомендовано до начала подбора остеотропной терапии обратиться за консультацией к иммунологу.

При обследовании у иммунолога диагностирован выраженный дисбиоз кишечника, клинически проявляющийся в метеоризме и неустойчивом стуле, сопровождающийся *acne vulgaris*. Лабораторно в стуле на фоне уменьшения количества нормальной флоры кишечника обнаружены гемолизирующая кишечная палочка (78%), клебсиелла (76%). Кроме того, в крови выявлены IgG-антитела к цитомегаловирусу (ЦМВ) — 107 Ме/мл, что свидетельствует о рецидивирующем течении хронической ЦМВ-инфекции. Параметры иммунного статуса соответствовали возрастной норме, за исключением уровня иммуноглобулина А (IgA) — 3,5, что типично для длительно персистирующего дисбиоза кишечника и повышения индуцированного фагоцитарного индекса нейтрофилов и моноцитов. Было проведено лечение: колипротейный бактериофаг по 20 мл 2 раза в день 10 дней, КИП по 1 флакону 1 раз 10 дней, затем нормофлорин L и B по 1 столовой ложке 1 раз в день 1 мес. При повторном посеве стула гемолизирующая кишечная палочка не высевалась, но оставалась клебсиелла. Назначено лечение: клебсиеллезный бактериофаг по 20 мл 2 раза в день 10 дней, затем нормофлорин L и B по 1 столовой ложке 1 раз в день 1 мес. После завершения второго курса лечения патогенной и условно-патогенной

**Таблица 1.** Результаты анализов крови и мочи

**Table 1.** Results of blood and urine tests

Показатель	Результат	Норма (инвитро)
Ca	2,4	2,10–2,55 ммоль/л
Ca++	1,19	1,03–1,23 ммоль/л
Паратгормон	3,38	1,6–6,9 пг/мл
Щелочная фосфатаза	58	40–150 ЕД/л
Остеокальцин	22	24–70 нг/мл
Креатинин	88	50–98 мкмоль/л
Мочевина	2,7	2,1–7,1 ммоль/л
ДПИД (дезоксиридинолин)	3,4	2,3–5,4 нмоль/ммоль
V-cross-labs	0,571	0,87–1,2 нг/мл
25(OH)D <sub>3</sub>	31	30–100 МЕ
P1NP	48,4	15–80 нг/мл
Скорость оседания эритроцитов	14	12 мм/ч

микрофлоры в стуле не обнаружено. В качестве противовирусной терапии выбран валцикловир в дозе 500 мг 2 раза в день 10 дней, перерыв 10 дней. Всего пациент получил 7 таких циклов противовирусной терапии. Для коррекции иммунологических нарушений пациент получал с началом противовирусной терапии азоксимер свечи по 12 мг по 1 свече 1 раз в 3 дня 10 дней, далее ликопид по 10 мг 1 раз в день 10 дней (одновременно с 3-м курсом валцикловира), перерыв 10 дней, затем повторный курс ликопида одновременно с 4-м курсом валцикловира, далее метилурицил в дозе 500 мг по 1 таблетке 1 раз в день 50 дней. После завершения лечения дисбиоза кишечника клинические признаки (метеоризм и неустойчивый стул) исчезли и существенно улучшилось состояние кожных покровов, отсутствовали *acne vulgaris*.

На фоне проводимой в течение 6 мес терапии пациент отметил клиническое улучшение в виде снижения частоты приступов обострения болевого синдрома и его уменьшения, исчезновения *acne vulgaris*, нормализации стула.

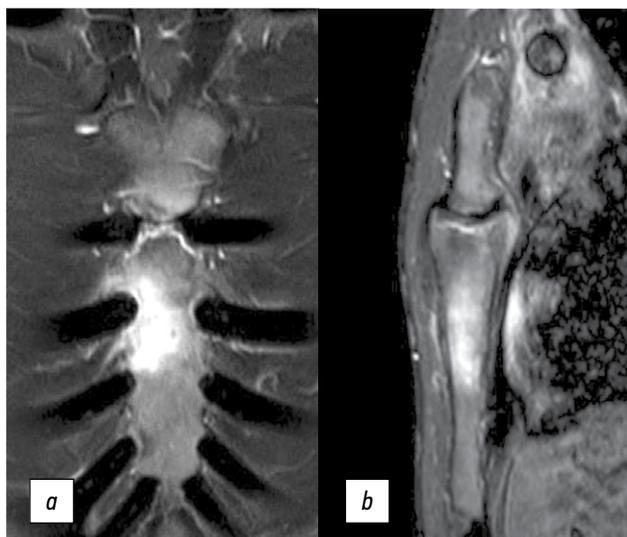
В марте 2021 г. после оценки клинических, лучевых и лабораторных данных была назначена терапия: золедроновая кислота по 5 мг 1 раз в год, альфакальцидол по 1 мкг на ночь постоянно, диета, богатая кальцием, карбонат кальция до суточной потребности 800 мг, оссеин-гидроксиапатитное соединение по 1 таблетке 2 раза в день постоянно. Золедроновая кислота была назначена off-table на основе данных литературы. Схема и режим дозирования были адаптированы эмпирически, исходя из схемы, используемой при лечении различных заболеваний костной ткани [16]. Контролировали лабораторные показатели: уровень кальция, фосфора, щелочной

фосфатазы, кальция ионизированного, мочевины, креатинина крови, кальция суточной мочи, также отслеживали состояние костной ткани с помощью магнитно-резонансной томографии (МРТ) (1 раз в 6 мес).

В апреле 2021 г. после приёма альфакальцидола по 1 мкг на ночь постоянно, соблюдения диеты, богатой кальцием, применения оссеин-гидроксиапатитного соединения по 1 таблетке 2 раза в день постоянно, проведения двух курсов противовирусной терапии и курса полиоксидония пациент отметил снижение выраженности болевого синдрома. После еще двух курсов валцикловира и двух курсов ликопида на 30.06.2021 болевой синдром в области грудины был снижен до 4–6 баллов, но все еще сохранялся.

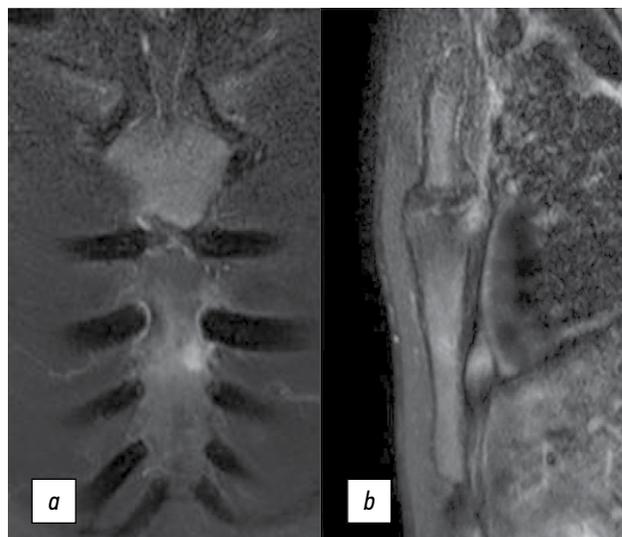
21.07.2021 выполнена внутривенная инъекция золедроновой кислоты в дозе 5 мг. За день до введения и через три дня после внутривенного введения назначали парацетамол по 1 таблетке 2 раза в день для уменьшения выраженности проявлений гриппоподобного синдрома. У пациента отмечено повышение температуры до 38 °С в течение 3 дней после введения препарата. Клинически зафиксировано улучшение в виде снижения болевого синдрома до 2 баллов в течение 3 нед. Полное клиническое выздоровление с купированием болевого синдрома и отёка мягких тканей наступило через месяц после инъекции золедроновой кислоты.

После завершения противовирусного и иммуномодулирующего лечения в сентябре 2021 г. и при контрольном осмотре в марте 2022 г. болевой синдром отсутствовал, уровень IgG-антител к ЦМВ снизился до 23 Ме/мл, показатели иммунного статуса соответствовали



**Рис. 2.** Магнитно-резонансная томограмма до назначения золедроновой кислоты. PD/FS, коронарный (а) и сагиттальный (b) срезы.

**Fig. 2.** Magnetic resonance imaging before use of zoledronic acid. PD/FS, coronal (a) and sagittal (b) partitions.



**Рис. 3.** Магнитно-резонансная томограмма после назначения золедроновой кислоты. PD/FS, коронарный (а) и сагиттальный (b) срезы. Положительная динамика в области пораженной грудины.

**Fig. 3.** Magnetic resonance imaging after therapy of zoledronic acid. PD/FS, coronal (a) and sagittal (b) partitions. Positive dynamics in the area of the affected sternum.

возрастной норме. На данный момент пациент жалоб не предъявляет. Наблюдается клиническая ремиссия в течение 1,5 года.

На выполненных 23.03.2021 МРТ до назначения золедроновой кислоты (рис. 2) выявлен выраженный отек правой половины тела грудины с захватом двух ребер.

Контрольная МРТ проведена 02.03.2022 (рис. 3). По сравнению с предыдущим исследованием отмечена положительная динамика в виде уменьшения зоны отёка костной ткани тела грудины справа с сохранением активного участка по левой поверхности грудины между III и IV ребрами диаметром до 12 мм (см. рис. 3).

20.05.2022 выполнена МРТ всего тела в режиме STIR, DWIBS. Повышения интенсивности сигнала не зарегистрировано. На серии STIR, помимо обнаруженного по данным предыдущих исследований воспалительного процесса в области тела грудины, дополнительных участков патологического очагового повышения интенсивности сигнала не выявлено.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Представлен случай успешного комплексного лечения взрослого пациента с хроническим небактериальным остеомиелитом грудины. Выраженное клиническое улучшение, как мы считаем, было связано с предложенной нами модификацией схемы лечения с использованием сочетания иммунотерапии с остеотропной терапией. Эффективность разработанной схемы терапии была подтверждена купированием клинических проявлений, а также результатами МРТ. На данный момент пациент находится в клинической ремиссии.

Аутовоспалительные заболевания, к которым относится ХНО, характеризуются нарушением баланса про- и противовоспалительных факторов иммунитета. В отличие от аутоиммунных заболеваний, при которых адаптивный иммунитет атакует антигены собственных тканей организма, при аутовоспалительных заболеваниях патология реализуется на уровне врожденного иммунитета. Так, у больных с ХНО нарушается функциональная активность моноцитов. Моноциты этих пациентов не способны продуцировать противовоспалительные цитокины IL-10 и IL-19 в ответ на стимуляцию их через toll-подобные и NOD-рецепторы, тогда как образование таких провоспалительных цитокинов, как IL-1 $\beta$ , IL-6 и TNF $\alpha$ , напротив, увеличено [1, 2, 17, 18]. Такой дисбаланс приводит к формированию в организме провоспалительной среды, поддерживающей любое воспаление. Кроме всего прочего, известно, что IL-1 $\beta$ , IL-6 и TNF $\alpha$  вызывают повышение уровня RANKL, растворимого лиганда, который взаимодействует с рецептором RANK на мембране предшественников остеокластов. Это запускает дифференцировку и созревание остеокластов, функция которых заключается в резорбции костной ткани [1, 2, 17–19]. Причины формирования аутовоспалительного синдрома

плохо изучены. Помимо генетических мутаций в цитокиновых генах и генах, контролирующих баланс врожденного иммунитета [1, 18, 19], вклад в патогенез вносят хронические, длительно существующие воспалительные процессы, которые могут приводить к формированию провоспалительного микроокружения и истощению противовоспалительного потенциала врожденного иммунитета. У пациента С. выявлены длительно протекавший дисбиоз кишечника, сопровождавшийся *acne vulgaris*, и хроническая рецидивирующая ЦМВ-инфекция. Кроме того, обнаружена повышенная фагоцитарная активность нейтрофилов и моноцитов, что свидетельствует о гиперактивации этих звеньев врожденного иммунитета. Сами по себе бактериальные и вирусные инфекции не поражали костную ткань, но создавали провоспалительную среду. Устранение этих персистирующих очагов воспаления за счет проведения адекватной терапии нивелировало провоспалительную среду, а бисфосфонаты инактивировали остеокласты, что способствовало клиническому и рентгенологическому улучшению картины заболевания.

Пациент С. получил 3 курса иммуномодулирующей терапии: полиоксидоний, снижающий повышенные уровни провоспалительных цитокинов (TNF $\alpha$ , IL-6 и IL-1 $\beta$ ); ликопид, стимулирующий NOD-рецепторы, и метилурцил, нормализующий местный иммунитет. Действие всех трех препаратов направлено на восстановление баланса врожденного иммунитета, уменьшение активности гиперактивированных моноцитов и разрыв петли положительной обратной связи, поддерживающей состояние аутовоспаления. Введение на завершающем этапе золедроновой кислоты, снижающей активность остеокластов, способствовало купированию клинических симптомов заболевания.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лечение хронического небактериального/хронического рецидивирующего многоочагового остеомиелита представляет серьёзную проблему в связи с риском ухудшения психологического и эмоционального состояния пациента из-за хронического болевого синдрома и развития необратимых деформаций и патологических переломов костей, в основном позвонков. Выбор рациональной тактики лечения также крайне актуален, так как пока неизвестно, какова длительность ремиссии и какая терапия необходима для окончательного разрешения заболевания. Хотя результаты лечения пациента с ХНО обнадеживающие, они на данный момент неконтролируемые и наблюдательные. Существует большая потребность в рандомизированном контролируемом исследовании с участием многих центров, чтобы помочь определить место комбинации иммунотерапии и бисфосфонатов в терапии хронического негнойного остеомиелита в детском и взрослом возрасте.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ / ADDITIONAL INFO

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции 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, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Zhao D.Y., McCann L., Hahn G., Hedrich C.M. Chronic nonbacterial osteomyelitis (CNO) and chronic recurrent multifocal osteomyelitis (CRMO) // *J Transl Autoimmun.* 2021. Vol. 4. N 100095. doi: 10.1016/j.jtauto.2021.100095 Дата публикации: 20.03.2021. Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8040271/>
2. Buch K., Thuesen A.C.B., Brøns C., Schwarz P. Chronic Nonbacterial Osteomyelitis: A Review // *Calcif Tissue Int.* 2019. Vol. 104, N 5. P. 544–553. doi: 10.1007/s00223-018-0495-0
3. Girschick H., Finetti M., Orlando F., et al. The multifaceted presentation of chronic recurrent multifocal osteomyelitis: a series of 486 cases from the Eurofever international registry // *Rheumatology (Oxford)*. 2018. Vol. 57, N 7. P. 1203–1211. doi: 10.1093/rheumatology/key058 [published correction appears in: *Rheumatology (Oxford)*. 2018. Vol. 57, N 8. P. 1504].
4. Ferguson P.J., Sandu M. Current understanding of the pathogenesis and management of chronic recurrent multifocal osteomyelitis // *Curr Rheumatol Rep.* 2012. Vol. 14, N 2. P. 130–141. doi: 10.1007/s11926-012-0239-5
5. Hedrich C.M., Hofmann S.R., Pablik J., et al. Autoinflammatory bone disorders with special focus on chronic recurrent multifocal osteomyelitis (CRMO) // *Pediatr Rheumatol Online J.* 2013. Vol. 11, N 1. P. 47. doi: 10.1186/1546-0096-11-47 Дата публикации: 23.12.2013. Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3881012/>
6. Hofmann S.R., Schnabel A., Rösen-Wolff A., et al. Chronic Nonbacterial Osteomyelitis: Pathophysiological Concepts and Current Treatment Strategies // *J Rheumatol.* 2016. Vol. 43, N 11. P. 1956–1964. doi: 10.3899/jrheum.160256
7. Schnabel A., Range U., Hahn G., et al. Unexpectedly high incidences of chronic non-bacterial as compared to bacterial osteomyelitis in children // *Rheumatol Int.* 2016. Vol. 36, N 12. P. 1737–1745. doi: 10.1007/s00296-016-3572-6
8. Бережный А.П., Очкуренко А.А. Консервативное лечение хронического рецидивирующего многоочагового остеомиелита у детей // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 1998. Т. 5, № 1. С. 37–43. doi: 10.17816/vto104392
9. Очкуренко А.А. К вопросу об эффективности гормональной и нестероидной противовоспалительной терапии в лечении хронического рецидивирующего многоочагового остеомиелита //

**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.

**Информированное согласие на публикацию.** Авторы получили письменное согласие пациента на публикацию его 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.

Материалы научной сессии РМАПО, посвященной 850-летию Москвы. Выпуск 2. Москва, 1997. С. 171–172.

10. Петухова В.В., Мушкин А.Ю., Костик М.М. Применение бисфосфонатов при костной патологии у детей (систематический обзор) // *Медицинский альянс.* 2021. Т. 9, № 3. С. 59–70. doi: 10.36422/23076348-2021-9-3-59-70

11. Miettunen P.M., Wei X., Kaura D., et al. Dramatic pain relief and resolution of bone inflammation following pamidronate in 9 pediatric patients with persistent chronic recurrent multifocal osteomyelitis (CRMO) // *Pediatr Rheumatol Online J.* 2009. Vol. 7, N 2. doi: 10.1186/1546-0096-7-2 Дата публикации: 12.01.2009. Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2631594/>

12. Morbach H., Stenzel M., Girschick H.J. Bisphosphonate treatment for patients with chronic nonbacterial osteomyelitis // *Nat Clin Pract Rheumatol.* 2008. Vol. 4, N 11. P. 570–571. doi: 10.1038/ncprheum0908

13. Yamashita K., Calderaro C., Labianca L., et al. Chronic recurrent multifocal osteomyelitis (CRMO) involving spine: A case report and literature review // *J Orthop Sci.* 2021. Vol. 26, N 2. P. 300–305. doi: 10.1016/j.jos.2018.06.015

14. Zhao Y., Chauvin N.A., Jaramillo D., Burnham J.M. Aggressive Therapy Reduces Disease Activity without Skeletal Damage Progression in Chronic Nonbacterial Osteomyelitis // *J Rheumatol.* 2015. Vol. 42, N 7. P. 1245–1251. doi: 10.3899/jrheum.141138

15. Hofmann C., Wurm M., Schwarz T., et al. A standardized clinical and radiological follow-up of patients with chronic non-bacterial osteomyelitis treated with pamidronate // *Clin Exp Rheumatol.* 2014. Vol. 32, N 4. P. 604–609.

16. Цискарашвили А.В., Родионова С.С., Миронов С.П., и др. Динамика метаболического состояния костной ткани при комплексном лечении хронического посттравматического остеомиелита длинных костей // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2020. Т. 27, № 4. С. 53–64. doi: 10.17816/vto52895

17. Hedrich C.M., Morbach H., Reiser C., Girschick H.J. New Insights into Adult and Paediatric Chronic Non-bacterial Osteomyelitis CNO // *Curr Rheumatol Rep.* 2020. Vol. 22, N 9. P. 52. doi: 10.1007/s11926-020-00928-1 Дата публикации: 23.07.2020. Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7378119/>

18. Hofmann S.R., Kapplusch F., Mäbert K., Hedrich C.M. The molecular pathophysiology of chronic non-bacterial osteomyelitis (CNO)-a systematic review // *Mol Cell Pediatr.* 2017. Vol. 4, N 1. P. 7. doi: 10.1186/s40348-017-0073-y

19. Hofmann S.R., Kapplusch F., Girschick H.J., et al. Chronic Recurrent Multifocal Osteomyelitis (CRMO): Presentation, Pathogenesis, and Treatment // *Curr Osteoporos Rep.* 2017. Vol. 15, N 6. P. 542–554. doi: 10.1007/s11914-017-0405-9

## REFERENCES.

1. Zhao DY, McCann L, Hahn G, Hedrich CM. Chronic nonbacterial osteomyelitis (CNO) and chronic recurrent multifocal osteomyelitis (CRMO). *J Transl Autoimmun.* 2021;4:100095. doi: 10.1016/j.jtauto.2021.100095

2. Buch K, Thuesen ACB, Brøns C, Schwarz P. Chronic Non-bacterial Osteomyelitis: A Review. *Calcif Tissue Int.* 2019;104(5):544–553. doi: 10.1007/s00223-018-0495-0

3. Girschick H, Finetti M, Orlando F, et al. The multifaceted presentation of chronic recurrent multifocal osteomyelitis: a series of 486 cases from the Eurofever international registry *Rheumatology (Oxford).* 2018;57(7):1203–1211. doi: 10.1093/rheumatology/key058

4. Ferguson PJ, Sandu M. Current understanding of the pathogenesis and management of chronic recurrent multifocal osteomyelitis. *Curr Rheumatol Rep.* 2012;14(2):130–141. doi: 10.1007/s11926-012-0239-5

5. Hedrich CM, Hofmann SR, Pablik J, et al. Autoinflammatory bone disorders with special focus on chronic recurrent multifocal osteomyelitis (CRMO). *Pediatr Rheumatol Online J.* 2013;11(1):47. doi: 10.1186/1546-0096-11-47

6. Hofmann SR, Schnabel A, Rösen-Wolff A, et al. Chronic Nonbacterial Osteomyelitis: Pathophysiological Concepts and Current Treatment Strategies. *J Rheumatol.* 2016;43(11):1956–1964. doi: 10.3899/jrheum.160256

7. Schnabel A, Range U, Hahn G, et al. Unexpectedly high incidences of chronic non-bacterial as compared to bacterial osteomyelitis in children. *Rheumatol Int.* 2016;36(12):1737–1745. doi: 10.1007/s00296-016-3572-6

8. Bereznyi AP, Ochurenko AA. Conservative treatment of chronic recurrent multifocal osteomyelitis in children. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics.* 1998;5(1):37–43. (In Russ). doi: 10.17816/vto104392

9. Ochurenko AA. On the issue of the effectiveness of hormonal and nonsteroidal anti-inflammatory therapy in the treatment of chronic recurrent multifocal osteomyelitis. Proceedings of the scientific session of the Russian Academy of Postgraduate Education dedicated to the 850th anniversary of Moscow. Issue 2. Moscow, 1997. P. 171–172. (In Russ).

10. Petukhova V, Mushkin A, Kostik M. Bisphosphonate treatment in the bone disorders in children: a systematic

review. *Medical alliance.* 2021;9(3):59–70. (In Russ). doi: 10.36422/23076348-2021-9-3-59-70

11. Miettunen PM, Wei X, Kaura D, et al. Dramatic pain relief and resolution of bone inflammation following pamidronate in 9 pediatric patients with persistent chronic recurrent multifocal osteomyelitis (CRMO). *Pediatr Rheumatol Online J.* 2009;7:2. doi: 10.1186/1546-0096-7-2

12. Morbach H, Stenzel M, Girschick HJ. Bisphosphonate treatment for patients with chronic nonbacterial osteomyelitis. *Nat Clin Pract Rheumatol.* 2008;4(11):570–571. doi: 10.1038/ncprheum0908

13. Yamashita K, Calderaro C, Labianca L, et al. Chronic recurrent multifocal osteomyelitis (CRMO) involving spine: A case report and literature review. *J Orthop Sci.* 2021;26(2):300–305. doi: 10.1016/j.jos.2018.06.015

14. Zhao Y, Chauvin NA, Jaramillo D, Burnham JM. Aggressive Therapy Reduces Disease Activity without Skeletal Damage Progression in Chronic Nonbacterial Osteomyelitis. *J Rheumatol.* 2015;42(7):1245–1251. doi: 10.3899/jrheum.141138

15. Hofmann C, Wurm M, Schwarz T, et al. A standardized clinical and radiological follow-up of patients with chronic non-bacterial osteomyelitis treated with pamidronate. *Clin Exp Rheumatol.* 2014;32(4):604–609.

16. Tsiskarashvili AV, Rodionova SS, Mironov SP, et al. Dynamics of bone tissue metabolism in the complex treatment of chronic posttraumatic osteomyelitis of long bones. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics.* 2020;27(4):53–64. (In Russ). doi: 10.17816/vto52895

17. Hedrich CM, Morbach H, Reiser C, Girschick HJ. New Insights into Adult and Paediatric Chronic Non-bacterial Osteomyelitis CNO. *Curr Rheumatol Rep.* 2020;22(9):52. doi: 10.1007/s11926-020-00928-1

18. Hofmann SR, Kapplusch F, Mäbert K, Hedrich CM. The molecular pathophysiology of chronic non-bacterial osteomyelitis (CNO)-a systematic review. *Mol Cell Pediatr.* 2017;4(1):7. doi: 10.1186/s40348-017-0073-y

19. Hofmann SR, Kapplusch F, Girschick HJ, et al. Chronic Recurrent Multifocal Osteomyelitis (CRMO): Presentation, Pathogenesis, and Treatment. *Curr Osteoporos Rep.* 2017;15(6):542–554. doi: 10.1007/s11914-017-0405-9

## ОБ АВТОРАХ

**\*Таиров Газинур Наильевич**, аспирант,  
врач — травматолог-ортопед;  
адрес: Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, д. 10;  
e-mail: gazinur.vezunchik@mail.ru

**Топтыгина Анна Павловна**, д.м.н.,  
врач — иммунолог-аллерголог,  
руководитель лаборатории цитокинов;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9981-4762>;  
eLibrary SPIN: 8523-5018;  
e-mail: toptyginaanna@rambler.ru

**Очкуренко Александр Алексеевич**, д.м.н., профессор,  
врач — травматолог-ортопед;  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1078-9725>;  
eLibrary SPIN: 8324-2383;  
e-mail: cito-omo@mail.ru.

**Буклемишев Юрий Витальевич**,  
врач — травматолог-ортопед;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0039-2118>;  
eLibrary SPIN: 4329-4720;  
e-mail: buklemishev@mail.ru

**Карпов Игорь Николаевич**, к.м.н.,  
врач-рентгенолог;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3135-9361>;  
eLibrary SPIN: 5943-3689;  
e-mail: igorkarpoff@mail.ru

## AUTHORS INFO

**Gazinur N. Tairov**, post-graduate student,  
traumatologist-orthopedist;  
address: 10 Priorova str., 127229, Moscow, Russia;  
e-mail: gazinur.vezunchik@mail.ru

**Anna P. Toptygina**, MD, Dr. Sci. (Med.),  
immunologist-allergologist,  
head of the laboratory of cytokines;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9981-4762>;  
eLibrary SPIN: 8523-5018;  
e-mail: toptyginaanna@rambler.ru

**Alexander A. Ochkurenko**, MD, Dr. Sci. (Med.), professor,  
traumatologist-orthopedist;  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1078-9725>;  
eLibrary SPIN: 8324-2383;  
e-mail: cito-omo@mail.ru.

**Yuriy V. Buklemishev**, MD,  
traumatologist-orthopedist;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0039-2118>;  
eLibrary SPIN: 4329-4720;  
e-mail: buklemishev@mail.ru

**Igor N. Karpov**, MD, Cand. Sci. (Med.),  
radiologist;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3135-9361>;  
eLibrary SPIN: 5943-3689;  
e-mail: igorkarpoff@mail.ru

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto112048>

## Двухэтапная пластика сухожилий сгибателей пальцев кисти при застарелых повреждениях: история уникального метода лечения

А.С. Золотов, Ю.А. Дьячкова, И.С. Сидоренко, Д.А. Мбеки

Медицинский центр ДВФУ, Владивосток, Российская Федерация

### АННОТАЦИЯ

В 1965 году американский хирург J.M. Hunter опубликовал пионерскую работу о новом способе лечения (в 2 этапа) сложных повреждений сухожилий сгибателей пальцев кисти с использованием на 1-м этапе особого искусственного сухожильного имплантата для подготовки фиброзно-синовиального канала. После замены протеза на сухожильный графт стенки нового футляра обеспечивали питание и скользящую поверхность для сухожильного трансплантата. Метод двухэтапной сухожильной пластики получил широкое распространение во всём мире. Последователи метода J.M. Hunter постоянно вносят изменения (не существенные) в оригинальную методику и продолжают дискуссии по поводу этого метода лечения. Однако основные принципы двухэтапной тендопластики, сформулированные американским хирургом, остаются актуальными и по сей день. Авторами проанализированы изменения в тактике лечения и технике выполнения двухэтапной тендопластики, произошедшие за последние десятилетия. J.M. Hunter вооружил кистевых хирургов уникальным методом лечения, благодаря которому появилась возможность помочь самым сложным пациентам, ранее считавшимся неизлечимыми.

**Ключевые слова:** сгибатели пальцев кисти; застарелые повреждения; двухэтапная тендопластика.

### Как цитировать:

Золотов А.С., Дьячкова Ю.А., Сидоренко И.С., Мбеки Д.А. Двухэтапная пластика сухожилий сгибателей пальцев кисти при застарелых повреждениях: история уникального метода лечения // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2022. Т. 29, № 4. С. 413–422. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto112048>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto112048>

# Two-stage flexor tendon reconstruction of the fingers in chronic injuries: the history of this a unique method of treatment

Alexandr S. Zolotov, Julia A. Dyachkova, Ilya S. Sidorenko, Joshua A. Mbeki

FEFU Medical Center, Vladivostok, Russia

## ABSTRACT

In 1965 the American surgeon J.M. Hunter published a pioneering work on a new method of treatment (in 2 stages) of finger flexor tendons complex injuries using a special artificial tendon implant at the 1st stage to prepare the fibrosynovial canal. After replacement of the prosthesis with a tendon graft, the walls of the new case provided a nourishing and sliding surface for the tendon graft. The method of two-stage tendon grafting was widely used all over the world. The followers of J.M. Hunter's method are constantly modifying (not substantially) the original method and continue discussions about this treatment method. However, the basic principles of two-stage tendoplasty formulated by the American surgeon remain relevant to this day. The authors analyzed the changes in the treatment tactics and technique of two-stage tendoplasty that occurred during the last decades. J.M. Hunter provided hand surgeons with a unique method of treatment, which made it possible to help the most complex patients who were previously considered incurable.

**Keywords:** finger flexor tendon; chronic injuries; two-stage tendoplasty.

## To cite this article:

Zolotov AS, Dyachkova JA, Sidorenko IS, Mbeki JA. Two-stage flexor tendon reconstruction of the fingers in chronic injuries: the history of this a unique method of treatment. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2022;29(4):413–422. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto112048>

Received: 27.10.2022

Accepted: 10.01.2023

Published: 03.03.2023

## АКТУАЛЬНОСТЬ И ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА

Частота травматических повреждений сухожилий кисти составляет 33,2 случая на 100 тыс. населения в год. Примерно 1/2 из этих случаев приходится на ранения сухожилий сгибателей пальцев кисти [1]. Среди детей аналогичные повреждения встречаются реже: 3,6 случая на 100 тыс. населения в год [2].

Первичный шов сухожилий сгибателей стал исключительно популярной операцией в XXI в. [3]. Во многих случаях хирурги получают положительные результаты благодаря деликатной хирургической технике, использованию качественного шовного материала, применению современных методов реабилитации. К сожалению, сухожильный шов невыполним в случае дефекта сухожилия или значительного укорочения мышцы при позднем обращении пациента, что фактически тоже является дефектом, связанным с сокращением мышцы. В таких случаях показана сухожильная пластика (одно- или двухэтапная).

Условиями для одномоментной тендопластики являются наличие минимальных рубцов, мобильные суставы, отсутствие повреждения нервов, малые (6–8 нед) сроки после травмы [4]. При неблагоприятных условиях и при давности травмы >2–3 мес показана двухэтапная пластика сухожилия [5]. Появление этого метода лечения и его популярность во многом связаны с именем американского хирурга J.M. Hunter. В 1965 году он опубликовал пионерскую работу о новом способе лечения (в 2 этапа) сложных повреждений сухожилий сгибателей пальцев кисти с использованием на 1-м этапе особого искусственного сухожильного имплантата для подготовки фиброзно-синовиального канала [6]. Спустя 6 лет J.M. Hunter в соавторстве со своим учеником R.E. Salisbury представил подробный анализ лечения >150 пациентов с использованием нового метода тендопластики [7].

Автор метода J.M. Hunter был незаурядным человеком, искусным хирургом и талантливым учёным. В 1942 году в возрасте 19 лет J.M. Hunter вместе со своими 9 друзьями по колледжу и футбольной команде был призван в армию и участвовал во Второй мировой войне. Только 5 молодых людей из 10 вернулись домой. В течение некоторого времени J.M. Hunter служил медбратом в военном госпитале и решил, что обязательно станет хирургом. После окончания войны J.M. Hunter получил медицинское образование, прошел резидентуру по ортопедии и увлёкся хирургией верхней конечности [8].

Хирурга-новатора особенно заинтересовали использование в медицине материала силикон и исследовательские работы инженера гидротехника J. Holter. Сын инженера страдал гидроцефалией. С помощью нейрохирургов F. Nulsen и E. Spitz инженеру удалось изготовить силиконовый шунт для успешного лечения этого тяжёлого недуга [9]. J.M. Hunter адаптировал силикон для использования в качестве поверхности искусственного сухожилия

с целью решения проблемы плохих результатов сухожильной пластики на уровне пальцев кисти. Сердцевина искусственного сухожилия была изготовлена из полиэстера со спиральным переплетением, а оболочка — из силикона. Результаты этой работы были опубликованы только после 10-летнего клинического использования и экспериментов на животных в авторитетных журналах «The American Journal of Surgery» и «The Journal of Bone and Joint Surgery». В своих публикациях авторы указывали, что предложенный метод лечения родился «не на пустом месте», и ссылались на наиболее важные работы предыдущих исследователей. С начала XX в. многие учёные пытались решить проблему образования рубцов вокруг повреждённых сухожилий. Рубцовый блок нарушал скольжение сухожилий, от чего в значительной степени страдала функция пальцев. Эксперименты проводили в 3 направлениях:

- создание блокирующих мембран, чтобы отгородить рубцовую ткань от сухожилия;
- создание искусственного сухожилия;
- создание нового сухожильного канала, образованного из так называемых псевдооболочек.

Последнее, 3-е, направление оказалось наиболее перспективным. Biesalski (1910), Mayer и Randschoff (1936), Milgram (1945) предложили концепцию образования псевдооболочек сухожильного канала вокруг имплантов, изготовленных из целлоидина и нержавеющей стали. К сожалению, ригидные импланты не позволяли выполнять движения в суставах пальцев кисти в течение всего периода имплантации. Разумной альтернативой ригидным имплантам стали эластичные стержни из силиконовой резины, предложенные Carroll и Bassett (1963).

Эти работы стимулировали J.M. Hunter к выполнению детальных исследований по изучению процесса формирования псевдооболочек сухожильного канала как ответной реакции на контакт с силиконом в лабораторных условиях. В проводившихся экспериментах клетки мезотелия были обнаружены на поверхности имплантата уже через 5 дней, а к 3-й нед обнаруживалась хорошо развитая и сформированная бурса. В исследованиях на собаках силиконовые сухожильные протезы, армированные дакроном, продемонстрировали высокую эффективность: при скольжении формировалась оболочка сухожильного канала и даже образовывалась жидкость, напоминающая синовиальную, которая смазывала поверхность протеза. После замены протеза на сухожильный графт стенки нового футляра обеспечивали питание и скользящую поверхность для сухожильного трансплантата. Во всех случаях сухожилия оставались жизнеспособными, что было подтверждено гистологически. Полученные данные помогли авторам обосновать двухэтапный метод лечения, при котором 1-й этап являлся важным дополнительным шагом для спасения пальцев после тяжёлых травм сухожилий.

В своих публикациях авторы очень подробно описали свой метод, он стал доступным, воспроизводимым



Сухожильный протез использовали как проводник для установки сухожильного графта в новом канале. Дистальный конец сухожильного ауто трансплантата фиксировали к дистальной фаланге с помощью удаляемого шва Bunnell. Проксимальное соединение графта выполняли в 2 вариантах. Традиционный шов Pulvertaft использовали при восстановлении сухожилий на указательном пальце. На уровне нижней трети предплечья сухожилия глубоких сгибателей 3-го, 4-го, 5-го пальцев часто выглядят как общее сухожильное растяжение. Именно поэтому в этом месте авторы использовали «переплетённый» шов, проведённый через несколько косых насечек в общем сухожильном растяжении.

В некоторых случаях дистальных повреждений, когда ладонь не была вовлечена в рубцовый процесс, авторы применяли ауто трансплантат из сухожилия длинной ладонной мышцы. Проксимальное соединение к сухожилию глубокого сгибателя выполняли на уровне червеобразной мышцы. В качестве мотора мог быть использован не только глубокий, но и поверхностный сгибатель повреждённого пальца, а также поверхностный сгибатель соседнего пальца. О правильной степени натяжения восстановления сухожилия судили по положению оперированного пальца, который должен быть согнут чуть больше, чем соседние.

В несложных случаях авторы выполняли 2-й этап тендопластики под местной анестезией с добавлением Inpovar (смесь фентанила и дроперидола) и периодическим снятием жгута для оценки активной функции. После дистальной фиксации трансплантата и закрытия раны на пальце трансплантат подшивали провизорными швами к выбранному в качестве мотора сухожилию. После того, как жгут был спущен в течение 10–15 мин, пациента просили согнуть и разогнуть палец. Если нужная величина активного сгибания не достигалась, натяжение трансплантата корректировали.

После операции гипсовая шина фиксировала кистевой и пястно-фаланговые суставы в положении умеренного сгибания, межфаланговые суставы — в положении лёгкого сгибания. Первую перевязку выполняли через 5–7 дней, во время перевязки пациент обучался активным движениям в межфаланговых суставах. Через 5 нед снимали удаляемый шов Bunnell, назначали пассивные движения на разгибание. При стойких контрактурах продолжалась съёмная иммобилизация. Активные движения восстанавливались в течение 6–12 нед.

При анализе отдалённых результатов лечения 74 пациентов осложнения встретились в 10 случаях: разрыв протеза или сухожилия ( $n=3$ ), инфекция ( $n=3$ ), синовит ( $n=2$ ), рубцовый блок ( $n=2$ ).

В 1970 году J.M. Hunter и R.E. Salisbury поделились опытом лечения 14 детей в возрасте от 2 до 14 лет. Во всех случаях они использовали двухэтапную тендопластику по поводу застарелых повреждений сухожилий сгибателей на 19 пальцах кисти. Были получены достаточно оптимистические результаты. Однако авторы сделали

вывод, что этот метод не следует использовать при лечении новорождённых и детей раннего детского возраста, с которыми затруднен контакт и нереально проведение активной реабилитационной программы.

В 1982 году J.M. Hunter сообщил об использовании неармированных, но рентгеноконтрастных протезов, которые применял как пассивные [11]. Кроме того, автор расширил показания для своего метода лечения. «Новым» показанием стали случаи застарелых изолированных повреждений сухожилий глубоких сгибателей пальцев кисти. Если в такой ситуации использовать одноэтапную пластику, то существует реальный риск сращения сухожильного графта с неповреждённым сухожилием поверхностного сгибателя, что в итоге ухудшает функцию пальца. В этом отношении двухэтапная пластика, по мнению автора, более надёжна и предсказуема. Оказалось, что такая операция может оказаться эффективной и при лечении врождённой патологии сухожилий, транспозиции сухожилий в неблагоприятных условиях, реплантации кисти и пальцев.

С момента первых публикаций J.M. Hunter прошло более полувека. Метод двухэтапной сухожильной пластики получил широкое распространение во всём мире. Тем не менее дискуссии по поводу этого метода лечения не утихают. Что же обсуждают последователи метода J.M. Hunter?

## ПОКАЗАНИЯ

Рекомендации по лечению застарелых изолированных повреждений сухожилий глубоких сгибателей остаются спорными. Это связано с неоднородными результатами, полученными различными авторами в разных исследованиях. Так, A.D. Versaci при лечении 5 пациентов по поводу застарелого изолированного повреждения сухожилий глубоких сгибателей использовал двухэтапную тендопластику и в 4 случаях получил хороший результат, в 1 — удовлетворительный [12]. В исследовании R. Nonner у всех 10 пациентов после подобного лечения получены только отличные результаты [13]. В то же время в исследовании D.J. Sullivan не обнаружено преимуществ двухэтапной тендопластики перед одноэтапной при лечении данной категории пациентов [14]. Появились предложения использовать двухэтапную реконструкцию не только при травмах сгибателей, но и при тяжёлых застарелых повреждениях сухожилий разгибателей пальцев кисти в 6-й зоне [15].

## МОДИФИКАЦИЯ ДВУХЭТАПНОЙ ТЕНДОПЛАСТИКИ

С середины 60-х гг. прошлого столетия E. Paleva-Holevich стала использовать оригинальную модификацию двухэтапной сухожильной пластики [16]. На 1-м этапе формировали соединение центральных концов

повреждённых сухожилий поверхностного и глубокого сгибателя на уровне ладони. Через 2 мес, на 2-м этапе, сухожилие поверхностного сгибателя пересекали на уровне предплечья, разворачивали в дистальном направлении и использовали как сухожильный графт на ножке. F.B. Kessler объединил 2 метода лечения: на 1-м этапе одновременно с соединением центральных концов повреждённых сухожилий поверхностного и глубокого сгибателя на уровне ладони выполняли установку протеза, вокруг которого формировали новый канал для 2-го этапа тендопластики [17]. Ряд хирургов применяют эти модификации при лечении и взрослых пациентов, и детей [18, 19].

## МОДИФИКАЦИИ СУХОЖИЛЬНЫХ ПРОТЕЗОВ

Большинство современных сухожильных имплантов выпускают без армирующей нити. В то же время ряд хирургов продолжают использовать «усиленные» протезы, например, с лавсановой лентой внутри силиконового стержня [18]. Весьма удобным оказался протез конической формы. Благодаря этому свойству имплант является практически универсальным и может использоваться при операциях на кисти любого размера у детей и взрослых [20]. Некоторые хирурги в качестве сухожильных протезов применяют мочевые катетеры, трубки для инфузий, питания новорождённых, назогастральные трубки, дренаж Penrose [21, 22]. Такие импровизированные импланты стоят недорого. Однако самодельные изделия могут потерять прочность раньше времени, а в перфорации и в просвет трубок прорастает фиброзная ткань [23].

## ВАРИАНТЫ ФИКСАЦИИ СУХОЖИЛЬНЫХ ТРАНСПЛАНТАТОВ

Многочисленные способы дистальной фиксации сухожильного трансплантата условно можно разделить на 2 группы: фиксация к мягким тканям дистальной фаланги и чрескостная фиксация к фаланге. В последнее время весьма популярными стали варианты фиксации с помощью анкеров (якорей) и внутренних (погружных) трансоссальных швов [24–27]. Для профилактики отрыва трансплантата А.М. Волкова предложила армировать дистальный конец графта с помощью циркулярного шва типа «удавки» [28]. Традиционную проксимальную фиксацию сухожильного трансплантата способом Pulvertaft не все хирурги признают самой оптимальной. В экспериментальном исследовании M. Rivlin и соавт. шов «бок-в-бок» оказался более прочным и менее объёмным [29].

## ИНТЕРВАЛ МЕЖДУ ЭТАПАМИ ТЕНДОПЛАСТИКИ

Оптимальный интервал между этапами тендопластики остаётся дискуссионным вопросом. J.G. Seiler III

рекомендует выполнять 2-й этап тендопластики через 6 нед после первого [30]. M.S. Anderson, M.D. Wongworawat [31] советуют подождать минимум 8 нед, A.F. Sadek [22] — 2–3 мес, J.S. Taras и соавт. [32] — 3 мес, W.B. LaSalle и J.W. Strickland [33] — 4 мес, R.G. Chuinard и соавт. [34] — до 6 мес, а И.Ю. Клюквин и соавт. [5] — 10–12 мес. В 1991 году L.D. Wurtz и K.R. Hanington сообщили о лечении пациента с повреждением сухожилий сгибателей 5-го пальца, которому 2-й этап реконструкции был проведён через 18 лет после 1-го [35]. Несмотря на значительный временной интервал, авторы получили отличный клинический результат.

## АНЕСТЕЗИЯ

Многие современные хирурги выполняют реконструктивные операции на сухожилиях с использованием так называемой бодрствующей хирургии («wide-awake surgery»). К примеру, этот метод активно применяют канадские хирурги [36–38]. Восстановление сухожилий и реконструкция сгибателей на уровне кисти и пальцев выполняются под местной инфильтрационной анестезией с помощью 1% раствора лидокаина с добавлением адреналина 1:100 000. Адреналин уменьшает интенсивность кровотечения во время операции, по этой причине турникет не используют. Пациент находится в полном сознании, может свободно пошевелить пальцами, что позволяет оценить качество сухожильного шва и функцию восстановленного сухожилия прямо на операционном столе. По мнению подавляющего большинства хирургов, локальное введение адреналина в палец строго противопоказано в связи с вазоспазмом и возможным некрозом пальца. Однако сторонники «бодрствующей хирургии» считают этот взгляд устаревшей догмой. Тщательный анализ описанных в литературе случаев некроза пальцев привёл авторов к выводу, что причиной осложнений стал вовсе не адреналин, а токсичные местные анестетики — кокаин и прокаин [34]. У «бодрствующей хирургии» много сторонников [22], но в то же время, например, M. Kadhum и соавт. не установили статистически значимых различий в функциональных результатах после восстановления сухожилий сгибателей с использованием «wide-awake surgery», общей или регионарной анестезии [38].

## РЕАБИЛИТАЦИЯ

Современные хирурги проводят более активную реабилитацию после пластики сухожилий сгибателей по сравнению с программой восстановительного лечения, которую предлагал автор метода. Так, J.G. Seiler III рекомендует начинать пассивные движения после 1-го этапа тендопластики уже на 2–3-й день [30]. Имобилизация после 2-го этапа — кистевой сустав и пальцы в нейтральном положении. I. Sade и соавт. после 2-го этапа тендопластики

использовали «ранний протокол контролируемых пассивных движений», который начинался на 1-й нед после вмешательства [39]. А.Ф. Sadek и соавт. [22] рекомендует начинать активные и пассивные движения в пальцах кисти на 3–5-й день после восстановления сухожилий сгибателей, J.B. Tang [40] — на 4–7-й день.

## ТЕНДОПЛАСТИКА У ДЕТЕЙ

Вопросы лечения маленьких пациентов в контексте двухэтапной сухожильной пластики отражены в литературных источниках недостаточно. Даже сегодня опыт J. Hunter в лечении 14 детей, которым выполнялась двухэтапная тендопластика, остаётся весьма актуальным. У детей школьного возраста подход к лечению застарелых повреждений сухожилий сгибателей пальцев кисти практически такой же, как и у взрослых пациентов. Лечение пациентов раннего детского возраста — более сложная задача. Контакт с маленьким пациентом затруднён и, как следствие, возможны диагностические ошибки и высокая частота застарелых повреждений [41]. Трудности в лечении серьёзных повреждений кисти у маленьких детей обусловлены анатомо-физиологическими особенностями. Малые размеры сухожилия диктуют необходимость выбора особой техники операции. Как указано выше, с маленьким ребёнком затруднён контакт, поэтому становится нереальным применение в послеоперационном периоде методики ранней активной или пассивной мобилизации. Короткие (до уровня локтевого сустава) гипсовые шины плохо держатся на руке у детей [42–44]. По этой причине рекомендовано использование удлинённой шины с захватом локтевого сустава. J.G. Seiler считает, что реконструктивные операции на сухожилиях сгибателей пальцев кисти у детей следует отложить до тех пор, пока ребёнку не исполнится 7 лет [30]. Однако встречаются исключения, и в литературе описаны редкие

случаи успешной двухэтапной тендопластики при лечении детей раннего возраста [43, 45].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Следует признать, что последователи J.M. Hunter вносят важные, но не существенные изменения в авторский метод лечения, и даже спустя несколько десятилетий основные принципы двухэтапной тендопластики, сформулированные американским хирургом и его учениками, остаются актуальными. Таким образом, J.M. Hunter вооружил кистевых хирургов уникальным методом лечения, благодаря которому появилась возможность помочь самым сложным пациентам, ранее считавшимся неизлечимыми.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ / ADDITIONAL INFO

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

**Author's contribution.** Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of 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. Jong L.P., Nguyn J.T., Sonnema A.M., et al. The incidence of acute traumatic tendon injuries in the hand and wrist: a 10-year population-based study // *Clin Orthop Surg*. 2014. Vol. 6, N 2. P. 196–202. doi: 10.4055/cios.2014.6.2.196
2. Neutosvaara Y., Lindfors N.C., Palmu S., et al. Flexor tendon injuries in pediatric patients // *J Hand Surg*. 2007. Vol. 32, N 10. P. 1549–1557. doi: 10.1016/j.jhssa.2007.08.006
3. Tang J.B. Flexor Tendon Injuries // *Clin Plastic Surg*. 2019. Vol. 46, N 3. P. 295–306. doi: 10.1016/j.cps.2019.02.003
4. Moore T., Anderson B., Seiler J.G. 3rd. Flexor tendon reconstruction // *J Hand Surg Am*. 2010. Vol. 35, N 6. P. 1025–1030. doi: 10.1016/j.jhssa.2010.03.042
5. Клюквин И.Ю., Мигулева И.Ю., Охотский В.П. Травмы кисти. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009. С. 29–77.
6. Hunter J.M. Artificial tendons. Early development and application // *Am J Surg*. 1965. N 109. P. 325–338. doi: 10.1016/s0002-9610(65)80081-2
7. Hunter J.M., Salisbury R.E. Flexor-tendon reconstruction in severely damaged hands: a two-stage procedure using a silicone-dacron reinforced gliding prosthesis prior to tendon grafting // *J Bone Joint Surg Am*. 1971. Vol. 53, N 5. P. 829–858.
8. Amadio P.C. James M. Hunter, MD, April 5, 1924–January 29 // *The Journal of Hand Surgery*. 2013. Vol. 38, N 9. P. 1860–1862. doi: 10.1016/j.jhssa.2013.06.018
9. Baru J.S., Bloom D.A., Muraszko K., Koop C.E. John Holter's shunt // *J Am Coll Surg*. 2001. Vol. 192, N 1. P. 79–85. doi: 10.1016/s1072-7515(00)00743-2
10. Parks A. The «Lumbrical Plus» Finger // *J Bone Joint Surg Br*. 1971. Vol. 53, N 2. P. 236–239.
11. Hunter J.M. Staged flexor tendon reconstruction // *J Hand Surg Am*. 1983. Vol. 8, N 5 (Pt. 2). P. 789–793. doi: 10.1016/s0363-5023(83)80274-3
12. Versaci A.D. Secondary tendon grafting for isolated flexor digitorum profundus injury // *Plast Reconstr Surg*. 1970. Vol. 46, N 1. P. 57–60.

13. Honner R. The late management of the isolated lesion of the flexor digitorum profundus tendon // *Hand*. 1975. Vol. 7, N 2. P. 171–174. doi: 10.1016/0072-968x(75)90015-7
14. Sullivan D.J. Disappointing outcomes in staged flexor tendon grafting for isolated profundus loss // *J Hand Surg Br*. 1986. Vol. 11, N 2. P. 231–233. doi: 10.1016/0266-7681(86)90267-6
15. Al-Qattan M.M. Two-staged extensor tendon reconstruction for zone 6 extensor tendon loss of the fingers: indications, technique and results // *J Hand Surg Eur Vol*. 2015. Vol. 40, N 3. P. 276–280. doi: 10.1177/1753193413517626
16. Paneva-Holevich E. Two-stage reconstruction of the flexor tendons // *Int Orthop*. 1982. Vol. 6, N 2. P. 133–138. doi: 10.1007/BF00268657
17. Kessler F.B. Use of a pedicled tendon transfer with a silicone rod in complicated secondary flexor tendon repairs // *Plast Reconstr Surg*. 1972. Vol. 49, N 4. P. 439–443. doi: 10.1097/00006534-197204000-00014
18. Александров А.В., Рыбченко В.В., Львов Н.В., и др. Двухэтапная тендопластика сухожилий сгибателей пальцев кисти у детей с застарелыми повреждениями в зоне фиброзносиновиальных каналов // *Вестник РГМУ*. 2016. № 5. С. 29–33.
19. Abdul-Kader M.H., Amin M.A. Two-stage reconstruction for flexor tendon injuries in zone II using a silicone rod and pedicled sublimis tendon graft // *Indian J Plast Surg*. 2010. Vol. 43, N 1. P. 14–20. doi: 10.4103/0970-0358.63944
20. Merle M., Wilson S.W. Some technical tips to improve two stages flexor tendon grafting // *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*. 2006. N 6. P. 386–392.
21. Sano K, Kimura K, Hashimoto T, Ozeki S. Two-stage tendon sheath reconstruction using sublimis tendon and silicone Penrose drain after severe purulent flexor tenosynovitis: a case report // *Hand (NY)*. 2013. Vol. 8, N 3. P. 343–347. doi: 10.1007/s11552-013-9507-8
22. Sadek A.F., Hweidi A.S., Ahmed M.A. Outcomes of staged reconstruction of Zone 2 flexor tendon injuries in recent wide-awake surgical settings and an earlier case series // *J Hand Surg Eur Vol*. 2022. Vol. 47, N 2. P. 206–211. doi:10.1177/17531934211053267
23. Ersoy B. An unsuitable alternative to silicone rod in two-stage flexor tendon reconstruction // *J Hand Surg Eur Vol*. 2011. Vol. 36, N 9. P. 816–817. doi: 10.1177/1753193411419441
24. Страфун С.С., Куринной И.Н., Безуглый А.А., и др. Хирургия сухожилий пальцев кисти. Киев: Макрос, 2012.
25. Hallock G.G. The Mitek Mini Gil anchor introduced for tendon reinsertion in the hand // *Ann Plast Surg*. 1994. Vol. 33, N 2. P. 211–213. doi: 10.1097/00006537-199408000-00016
26. Kapickis M. New «loop» suture for FDP zone I injuries // *Tech Hand Up Extrem Surg*. 2009. Vol. 13, N 3. P. 141–144. doi: 10.1097/BTH.0b013e3181abc9c
27. Barthel P., Mansat P. Single-Stage Free Tendon Grafting for Flexor Tendon Injury in Fingers. In: Amadio P.C., Guimberteau J.C., Chang J., editors. *Tendon surgery of the hand*. 1st ed. Philadelphia: Saunders Elsevier, 2012. P. 266–273.
28. Волкова А.М. Хирургия кисти. Т. 1. Екатеринбург: Средне-Уральское книжное издательство, 1991.
29. Rivlin M, Eberlin KR, Kachooei AR, et al. Side-to-Side Versus Pulvertaft Extensor Tenorrhaphy-A Biomechanical Study // *J Hand Surg Am*. 2016. Vol. 41, N 11. P. e393–e397. doi: 10.1016/j.jhssa.2016.07.106
30. Seiler J.G. III. Flexor Tendon Injury. In: Wolfe S.W., Pederson W.C., Kozin S.H., Cohen M.S., editors. *Operative Hand Surgery*. 8th ed. Philadelphia: Saunders Elsevier, 2022. P. 212–259.
31. Anderson M.S., Wongworawat M.D. Flexor tendon reconstruction. In: Weiss A.-P.C., editor. *The American Society for Surgery of the Hand Textbook of Hand and Upper Extremity Surgery*. 2nd ed. ASSH, 2019. P. 770–792.
32. Taras J.S., Hanks S.M., Mastella D.J. Staged flexor tendon and pulley reconstruction. In: Strickland J.W., Graham T., editors. *The Hand*. 2nd ed. Lippincott Williams & Wilkins; Saunders Elsevier, 2005. P. 287–298.
33. LaSalle W.B., Strickland J.W. An evaluation of the two-stage flexor tendon reconstruction technique // *J Hand Surg Am*. 1983. Vol. 8, N 3. P. 263–267. doi: 10.1016/s0363-5023(83)80155-5
34. Chuinard R.G., Dabiezies E.J., Mathews R.E. Two-stage superficialis tendon reconstruction in severely damaged fingers // *J Hand Surg Am*. 1980. Vol. 5, N 2. P. 135–143. doi: 10.1016/s0363-5023(80)80144-4
35. Wurtz L.D., Hanington K.R. A second-stage flexor tendon reconstruction after 18 years // *J Hand Surg Am*. 1991. Vol. 16, N 4. P. 711–713. doi: 10.1016/0363-5023(91)90199-1
36. Tomson C.J., Lalonde D.H., Dencer K.A., Feiht A.J. A Critical Look at the Evidence for and against Elective Epinephrine use in the finger // *Plast Reconstr Surg*. 2007. Vol. 119, N 1. P. 260–266. doi: 10.1097/01.prs.0000237039.71227.11
37. Lalonde D.H., editor. *Wide awake hand surgery*. CRC Press, 2016.
38. Kadhum M., Georgiou A., Kanapathy M., et al. Operative Outcomes for Wide Awake Local Anaesthesia versus Regional and General Anaesthesia for Flexor Tendon repair // *Hand Surg Rehabil*. 2022. Vol. 41, N 1. P. 125–130. doi: 10.1016/j.hansur.2021.10.312
39. Sade I., İnanir M., Şen S., et al. Rehabilitation outcomes in patients with early and two-stage reconstruction of flexor tendon injuries // *J Phys Ther Sci*. 2016. Vol. 28, N 8. P. 2214–2219. doi: 10.1589/jpts.28.2214
40. Tang J.B. Rehabilitation after flexor tendon repair and others: a safe and efficient protocol // *J Hand Surg Eur Vol*. 2021. Vol. 46, N 8. P. 813–817. doi: 10.1177/17531934211037112
41. Al-Qattan M.M. Flexor tendon injuries in the child // *J Hand Surg Eur Vol*. 2014. Vol. 9, N 1. P. 46–53. doi: 10.1177/1753193413498207
42. Fitoussi F., Mazda K., Frajman J.-M., et al. Repair of the flexor pollicis longus tendon in children // *J Bone Joint Surg*. 2000. Vol. 82, N 8. P. 1177–1180. doi: 10.1302/0301-620x.82b8.10820
43. Piper S.L., Wheeler L.C., Mills J.K., et al. Outcomes After Primary Repair and Staged Reconstruction of Zone I and II Flexor Tendon Injuries in Children // *J Pediatr Orthop*. 2019. Vol. 39, N 5. P. 263–267. doi: 10.1097/BPO.0000000000000912
44. Courvoisier A., Pradel P., Dautel G. Surgical outcome of one-stage and two-stage flexor tendon grafting in children // *J Pediatr Orthop*. 2009. Vol. 29, N 7. P. 792–796. doi: 10.1097/BPO.0b013e3181b76a16
45. Золотов А.С., Мбеки Д.А. Двухэтапная пластика сухожилия глубокого сгибателя V пальца кисти у ребенка раннего возраста // *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста*. 2022. Т. 10, № 2. С. 191–196. doi: 10.17816/PTORS106167

## REFERENCES

1. Jong LP, Nguyn JT, Sonnema AM, et al. The incidence of acute traumatic tendon injuries in the hand and wrist: a 10-year population-based study. *Clin Orthop Surg.* 2014;6(2):196–202. doi: 10.4055/cios.2014.6.2.196
2. Neutosvaara Y, Lindfors NC, Palmu S, et al. Flexor tendon injuries in pediatric patients. *J Hand Surg.* 2007;32(10):1549–1557. doi: 10.1016/j.jhssa.2007.08.006
3. Tang JB. Flexor Tendon Injuries. *Clin Plastic Surg.* 2019;46(3):295–306. doi: 10.1016/j.cps.2019.02.003
4. Moore T, Anderson B, Seiler JG 3rd. Flexor tendon reconstruction. *J Hand Surg Am.* 2010;35(6):1025–1030. doi: 10.1016/j.jhssa.2010.03.042
5. Klyukvin IYu, Miguleva IYu, Okhotskii VP. *Travmy kisti.* Moscow: GEOTAR-Media; 2009. P. 29–77. (In Russ).
6. Hunter JM. Artificial tendons. Early development and application. *Am J Surg.* 1965;109:325–338. doi: 10.1016/s0002-9610(65)80081-2
7. Hunter JM, Salisbury RE. Flexor-tendon reconstruction in severely damaged hands: a two-stage procedure using a silicone-dacron reinforced gliding prosthesis prior to tendon grafting. *J Bone Joint Surg Am.* 1971;53(5):829–858.
8. Amadio PC. James M. Hunter, MD, April 5, 1924–January 29. *The Journal of Hand Surgery.* 2013;38(9):1860–1862. doi: 10.1016/j.jhssa.2013.06.018
9. Baru JS, Bloom DA, Muraszko K, Koop CE. John Holter's shunt. *J Am Coll Surg.* 2001;192(1):79–85. doi: 10.1016/s1072-7515(00)00743-2
10. Parks A. The «Lumbrical Plus» Finger. *J Bone Joint Surg Br.* 1971;53(2):236–239.
11. Hunter JM. Staged flexor tendon reconstruction. *J Hand Surg Am.* 1983;8(5 Pt 2):789–793. doi: 10.1016/s0363-5023(83)80274-3
12. Versaci AD. Secondary tendon grafting for isolated flexor digitorum profundus injury. *Plast Reconstr Surg.* 1970;46(1):57–60.
13. Honner R. The late management of the isolated lesion of the flexor digitorum profundus tendon. *Hand.* 1975;7(2):171–174. doi: 10.1016/0072-968x(75)90015-7
14. Sullivan DJ. Disappointing outcomes in staged flexor tendon grafting for isolated profundus loss. *J Hand Surg Br.* 1986;11(2):231–233. doi: 10.1016/0266-7681(86)90267-6
15. Al-Qattan MM. Two-staged extensor tendon reconstruction for zone 6 extensor tendon loss of the fingers: indications, technique and results. *J Hand Surg Eur Vol.* 2015;40(3):276–280. doi: 10.1177/1753193413517626
16. Paneva-Holevich E. Two-stage reconstruction of the flexor tendons. *Int Orthop.* 1982;6(2):133–138. doi: 10.1007/BF00268657
17. Kessler FB. Use of a pedicled tendon transfer with a silicone rod in complicated secondary flexor tendon repairs. *Plast Reconstr Surg.* 1972;49(4):439–443. doi: 10.1097/00006534-197204000-00014
18. Aleksandrov AV, Rybchenok VV, Lvov NV, et al. Two-stage repair of finger flexor tendons in children with chronic tendon ruptures in fibro-synovial channels. *Bulletin of RSMU.* 2016;5:29–33. (In Russ).
19. Abdul-Kader MH, Amin MA. Two-stage reconstruction for flexor tendon injuries in zone II using a silicone rod and pedicled sublimis tendon graft. *Indian J Plast Surg.* 2010;43(1):14–20. doi: 10.4103/0970-0358.63944
20. Merle M, Wilson SW. Some technical tips to improve two stages flexor tendon grafting. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology.* 2006;6:386–392.
21. Sano K, Kimura K, Hashimoto T, Ozeki S. Two-stage tendon sheath reconstruction using sublimis tendon and silicone Penrose drain after severe purulent flexor tenosynovitis: a case report. *Hand (NY).* 2013;8(3):343–347. doi: 10.1007/s11552-013-9507-8
22. Sadek AF, Hweidi AS, Ahmed MA. Outcomes of staged reconstruction of Zone 2 flexor tendon injuries in recent wide-awake surgical settings and an earlier case series. *J Hand Surg Eur Vol.* 2022;47(2):206–211. doi:10.1177/17531934211053267
23. Ersoy B. An unsuitable alternative to silicone rod in two-stage flexor tendon reconstruction. *J Hand Surg Eur Vol.* 2011;36(9):816–817. doi: 10.1177/1753193411419441
24. Strafun SS, Kurinnoi IN, Bezuglyi AA, et al. *Khirurgiya sukhozhilli pal'tsev kisti.* Kyiv: Makros; 2012. (In Russ).
25. Hallock GG. The Mitek Mini Gil anchor introduced for tendon reinsertion in the hand. *Ann Plast Surg.* 1994;33(2):211–213. doi: 10.1097/0000637-199408000-00016
26. Kapickis M. New «loop» suture for FDP zone I injuries. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2009;13(3):141–144. doi: 10.1097/BTH.0b013e3181abc9c
27. Barthel P, Mansat P. Single-Stage Free Tendon Grafting for Flexor Tendon Injury in Fingers. In: Amadio PC, Guimberteau JC, Chang J, editors. *Tendon surgery of the hand. 1st ed.* Philadelphia: Saunders Elsevier; 2012. P. 266–273.
28. Volkova AM. *Khirurgiya kisti.* Vol. 1. Ekaterinburg: Sredne-Ural'skoe knizhnoe izdatel'stvo; 1991. (In Russ).
29. Rivlin M, Eberlin KR, Kachooei AR, et al. Side-to-Side Versus Pulvertaft Extensor Tenorrhaphy-A Biomechanical Study. *J Hand Surg Am.* 2016;41(11):e393–e397. doi: 10.1016/j.jhssa.2016.07.106
30. Seiler JG III. Flexor Tendon Injury. In: Wolfe SW, Pederson WC, Kozin SH, Cohen MS, editors. *Operative Hand Surgery. 8th ed.* Philadelphia: Saunders Elsevier; 2022. P. 212–259.
31. Anderson MS, Wongworawat MD. Flexor tendon reconstruction. In: Weiss A-PC, editor. *The American Society for Surgery of the Hand Textbook of Hand and Upper Extremity Surgery. 2nd ed.* ASSH; 2019. P. 770–792.
32. Taras JS, Hankins SM, Mastella DJ. Staged flexor tendon and pulley reconstruction. In: Strickland JW, Graham T, editors. *The Hand. 2nd ed.* Lippincott Williams & Wilkins; Saunders Elsevier; 2005. P. 287–298.
33. LaSalle WB, Strickland JW. An evaluation of the two-stage flexor tendon reconstruction technique. *J Hand Surg Am.* 1983;8(3):263–267. doi: 10.1016/s0363-5023(83)80155-5
34. Chuinard RG, Dabezies EJ, Mathews RE. Two-stage superficialis tendon reconstruction in severely damaged fingers. *J Hand Surg Am.* 1980;5(2):135–143. doi: 10.1016/s0363-5023(80)80144-4
35. Wurtz LD, Hanington KR. A second-stage flexor tendon reconstruction after 18 years. *J Hand Surg Am.* 1991;16(4):711–713. doi: 10.1016/0363-5023(91)90199-1
36. Tomson CJ, Lalonde DH, Dencer KA, Feiht AJ. A Critical Look at the Evidence for and against Elective Epinephrine

use in the finger. *Plast Reconstr Surg.* 2007;119(1):260–266. doi: 10.1097/01.prs.0000237039.71227.11

37. Lalonde DH, editor. *Wide awake hand surgery.* CRC Press; 2016.

38. Kadhum M, Georgiou A, Kanapathy M, et al. Operative Outcomes for Wide Awake Local Anaesthesia versus Regional and General Anaesthesia for Flexor Tendon repair. *Hand Surg Rehabil.* 2022;41(1):125–130. doi: 10.1016/j.hansur.2021.10.312

39. Sade I, İnanir M, Şen S, et al. Rehabilitation outcomes in patients with early and two-stage reconstruction of flexor tendon injuries. *J Phys Ther Sci.* 2016;28(8):2214–2219. doi: 10.1589/jpts.28.2214

40. Tang JB. Rehabilitation after flexor tendon repair and others: a safe and efficient protocol. *J Hand Surg Eur Vol.* 2021;46(8):813–817. doi: 10.1177/17531934211037112

41. Al-Qattan MM. Flexor tendon injuries in the child. *J Hand Surg Eur Vol.* 2014;39(1):46–53. doi: 10.1177/1753193413498207

42. Fitoussi F, Mazda K, Frajman J-M, et al. Repair of the flexor pollicis longus tendon in children. *J Bone Joint Surg.* 2000;82(8):1177–1180. doi: 10.1302/0301-620x.82b8.10820

43. Piper SL, Wheeler LC, Mills JK, et al. Outcomes After Primary Repair and Staged Reconstruction of Zone I and II Flexor Tendon Injuries in Children. *J Pediatr Orthop.* 2019;39(5):263–267. doi: 10.1097/BPO.0000000000000912

44. Courvoisier A, Pradel P, Dautel G. Surgical outcome of one-stage and two-stage flexor tendon grafting in children. *J Pediatr Orthop.* 2009;29(7):792–796. doi: 10.1097/BPO.0b013e3181b76a16

45. Zolotov AS, Mbeki JA. Two-stage tendoplasty of the flexor digitorum profundus in a small child. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery.* 2022;10(2):191–196. (In Russ). doi: 10.17816/PTORS106167

## ОБ АВТОРАХ

\* **Золотов Александр Сергеевич**, д.м.н., профессор,  
врач травматолог-ортопед;  
адрес: Россия, 690920, Владивосток, о. Русский, пос. Аякс, д. 10;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0045-9319>;  
eLibrary SPIN: 3925-9025;  
e-mail: dalexpk@gmail.com

**Дьячкова Юлия Сергеевна**, к.м.н.,  
врач травматолог-ортопед;  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-7107-3614>;  
e-mail: diachkova.iaa@dvfu.ru

**Сидоренко Илья Сергеевич**,  
врач травматолог-ортопед;  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4910-4391>;  
e-mail: sidorenko.is@dvfu.ru

**Мбеки Джошуа Ариемо**, аспирант;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1240-9247>;  
e-mail: jmbeki@mail.ru

## AUTHORS INFO

\* **Aleksandr S. Zolotov**, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor,  
traumatologist-orthopedist;  
address: 10 Vil. Ajax, Russian Island, 690920, Vladivostok, Russia;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0045-9319>;  
eLibrary SPIN: 3925-9025;  
e-mail: dalexpk@gmail.com

**Julia A. Dyachkova**, MD, Cand. Sci. (Med.),  
traumatologist-orthopedist;  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-7107-3614>;  
e-mail: diachkova.iaa@dvfu.ru

**Ilya S. Sidorenko**,  
traumatologist-orthopedist;  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4910-4391>;  
e-mail: sidorenko.is@dvfu.ru

**Joshua A. Mbeki**, graduate student;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1240-9247>;  
e-mail: jmbeki@mail.ru

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto217672>

## Отчёт о работе XII Всероссийского съезда травматологов-ортопедов (1–3 декабря 2022 года, Москва)

С.П. Миронов<sup>1</sup>, А.А. Очкуренко<sup>1</sup>, В.А. Перминов<sup>1</sup>, А.И. Трофимова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> НМИЦ травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Москва, Российская Федерация;

<sup>2</sup> ООО «Человек и его здоровье», Санкт-Петербург, Российская Федерация

### АННОТАЦИЯ

С 1 по 3 декабря 2022 года в Москве состоялся XII Всероссийский съезд травматологов-ортопедов. Основной целью Съезда стало рассмотрение руководителями и ведущими специалистами, научными сотрудниками и практикующими травматологами-ортопедами инновационных подходов к диагностике и лечению повреждений и заболеваний костно-мышечной системы.

**Ключевые слова:** XII Всероссийский съезд травматологов-ортопедов; диагностика; лечение; заболевания костно-мышечной системы.

### Как цитировать:

Миронов С.П., Очкуренко А.А., Перминов В.А., Трофимова А.И. Отчёт о работе XII Всероссийского съезда травматологов-ортопедов (1–3 декабря 2022 года, Москва) // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2022. Т. 29, № 4. С. 423–431. doi: <https://doi.org/10.17816/vto217672>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto217672>

## Report on the work of the XII All-Russian Congress of Traumatologists and Orthopedists (December 1–3, 2022, Moscow)

Sergey P. Mironov<sup>1</sup>, Alexander A. Ochkurenko<sup>1</sup>, Vladimir A. Perminov<sup>1</sup>, Alena I. Trofimova<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> People and health, St. Petersburg, Russia

### ABSTRACT

The XII All-Russian Congress of Traumatology and Orthopedics took place in Moscow on December 1–3, 2022. The main goal of the Congress was to review innovative approaches in the diagnosis and treatment of musculoskeletal system injuries and diseases by leading specialists, scientific researchers and practicing orthopedic traumatologists and orthopedists.

**Keywords:** XII All-Russian Congress of Traumatologists and Orthopedists; diagnostics; treatment; diseases of the musculoskeletal system.

### To cite this article:

Mironov SP, Ochkurenko AA, Perminov VA, Trofimova AI. Report on the work of the XII All-Russian Congress of Traumatologists and Orthopedists (December 1–3, 2022, Moscow). *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2022;29(4):423–431. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto217672>

Received: 19.02.2023

Accepted: 10.02.2023

Published: 03.03.2023

В период с 1 по 3 декабря 2022 года в Москве состоялся XII Всероссийский съезд травматологов-ортопедов. Основной целью Съезда стало рассмотрение руководителями и ведущими специалистами, научными сотрудниками и практикующими травматологами-ортопедами инновационных подходов к диагностике и лечению повреждений и заболеваний костно-мышечной системы.

В эпоху быстрого развития информационных технологий и компьютеризации, глубоко внедрённых в диагностический и лечебный процесс, быстрая адаптация к новым условиям представляется необходимой не только для травматологов-ортопедов, но и для всех смежных специалистов. Здоровье человека, вопросы улучшения качества и системы оказания медицинской помощи, актуальные задачи медицинской науки, применение передовых достижений и технологий, обмен опытом между учёными, практикующими врачами и экспертами в области травматологии, ортопедии и смежных отраслей стали приоритетными задачами Съезда.

Основными организаторами Съезда выступили:

- Министерство здравоохранения (Минздрав) Российской Федерации (РФ); Москва;
- Ассоциация травматологов-ортопедов России (АТОР); Москва;
- ФМБА России (Москва);
- ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава РФ (Москва);
- ФГБУ «НМИЦ детской ТО им. Г.И. Турнера» Минздрава РФ (Санкт-Петербург);
- ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава РФ (Санкт-Петербург);
- ФГБУ «НМИЦ ТО им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава РФ (Курган);
- ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава РФ (Новосибирск);
- Российская ассоциация хирургов-вертебрологов;
- МОО «Общество Кистевых хирургов – Кистевая группа» (Ярославль);
- ФГКВОО ВПО «ВМА им. С.М. Кирова» Министерства обороны РФ (Санкт-Петербург);
- ФГБУ «ГВКГ им. акад. Н.Н. Бурденко» Министерства обороны РФ (Москва);
- ФГБУ «ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта» Министерства труда РФ (Санкт-Петербург);
- ФГБУ «ФЦТОЭ» Минздрава РФ (Чебоксары);
- ФГБУ «ФЦТОЭ» Минздрава РФ (Смоленск);
- ФГБУ «ФЦТОЭ» Минздрава РФ (Барнаул);
- ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава РФ (Нижний Новгород);
- ГАУЗ СО «ЦСВМП «УИТО им. В.Д. Чаклина» (Екатеринбург);
- НИИТОН ФГБОУ ВО «СГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава РФ (Саратов);
- ФГБОУ ВО «СамГМУ» Минздрава РФ (Самара);
- ФГБУ «ИНЦХТ» Минздрава РФ (Иркутск);
- СП6000 «Человек и его здоровье» (Санкт-Петербург).

Научная программа Съезда охватила широкий спектр направлений, актуальных для развития отечественной травматологии и ортопедии. Каждый из трёх дней Съезда был посвящён различным аспектам современной науки и клинической практики.

Всего в рамках Съезда состоялось более 70 заседаний, было представлено более 650 устных докладов. Постерная сессия включила 95 постеров. В дополнение к основной научной программе были проведены симпозиумы, специальные лекции, мастер-классы и обучающие семинары.

Особое место в программе Съезда уделено Пленарному заседанию, на котором были рассмотрены самые актуальные вопросы современной травматологии и ортопедии. Также была проведена очередная III Отчётно-перевыборная конференция АТОР.

В рамках трёх дней работы Съезда с докладами выступили отечественные специалисты — представители различных городов РФ. Кроме того, в научной программе Съезда приняли участие и зарубежные коллеги.

Съезд травматологов-ортопедов был аккредитован Координационным советом по развитию непрерывного медицинского и фармацевтического образования Минздрава РФ с присвоением 18 образовательных баллов (по 6 за каждый день для специалистов) с высшим профессиональным образованием и по 5 образовательных единиц для специалистов со средним профессиональным образованием — участников Сестринской конференции. Для зачисления образовательных единиц был аккредитован следующие специализации высшего профессионального образования (ВПО): травматология и ортопедия, детская хирургия, лечебная физкультура и спортивная медицина, нейрохирургия, онкология, ревматология, скорая медицинская помощь, физиотерапия, физическая и реабилитационная медицина, хирургия, организация здравоохранения и общественное здоровье.

В работе XII Всероссийского съезда травматологов-ортопедов приняли участие 2617 человек из 155 городов из всех федеральных округов РФ, а также из 15 стран ближнего и дальнего зарубежья (Абхазия, Армения, Беларусь, Бразилия, Индия, Иордания, Италия, Казахстан, Кипр, Киргизия, Китай, Таджикистан, Турция, Узбекистан, Южная Африка). За 3 дня работы Съезда было зафиксировано 6728 онлайн-подключений. Уникальных слушателей онлайн-трансляций — 2240 человек.

Распределение очных участников по федеральным округам: Дальневосточный — 1%, Приволжский — 9%, Северо-Западный — 17%, Северо-Кавказский — 4%, Сибирский — 6%, Уральский — 7%, Центральный — 49%, Южный — 7%.

Качественный состав участников Съезда был разнообразным. Так, специалисты лечебно-профилактических учреждений составили 52%, профессорско-преподавательский состав, руководители медицинских учреждений, отделений, кафедр, институтов — 32%,

студенты, ординаторы аспиранты, адъюнкты — 14%, медицинские представители — 2%.

Значительную часть аудитории Съезда представляли специалисты по направлению травматология и ортопедия, однако междисциплинарный подход к формированию научной программы Съезда позволил также привлечь врачей следующих смежных специализаций: организация здравоохранения и общественное здоровье, хирургия, нейрохирургия, сестринское дело, лечебное дело, детская хирургия, лечебная физкультура и спортивная медицина, педиатрия, онкология, пластическая хирургия, кардиология, терапия, рентгенология, физическая и реабилитационная медицина, анестезиология-реаниматология, неврология, патологическая анатомия, ревматология, управление сестринской деятельностью, медицинская биофизика, скорая медицинская помощь, клиническая фармакология, фармация, детская онкология, фармакология, медицинская микробиология, общая гигиена, фармацевтическая технология, фармацевтическая химия. Всего травматологи-ортопеды составили 74%, смежные специальности — 17%, другие — 9%.

В 1-й день Съезда состоялись 27 секционных заседаний, 3 симпозиума, 1 специальная лекция и Церемония торжественного открытия Съезда. Во всех секциях прочитано около 380 докладов, которые были посвящены следующим направлениям:

- Спортивная травматология и артроскопическая хирургия (5 секционных заседаний).
- Эндопротезирование (3 секционных заседания).
- Современная внешняя фиксация. Удлинение и реконструкция конечностей (3 секционных заседания).
- Лечение остеопороза и метаболических остеопатий (1 секционное заседание).
- Детская травматология и ортопедия (3 секционных заседания).
- Орфанные заболевания костно-мышечной системы (1 секционное заседание).
- Вертебрология (5 секционных заседаний).
- Лечение повреждений и заболеваний кисти (3 секционных заседания).
- Инфекционные осложнения в травматологии и ортопедии (2 секционных заседания).

В дополнение к секционным заседаниям проведены симпозиумы и специальные лекции:

- Сателлитный симпозиум «Современные аспекты и подходы при локальной инъекционной терапии остеоартрита» при поддержке компании «Замбон Фарма».
- Симпозиум «Периоперационная анемия у больных ортопедического профиля. Всегда ли нужна гемотрансфузия?» при поддержке компании «CSL Vifor».
- Симпозиум «Новые технологии внутренней фиксации при лечении детей с орфанной ортопедической патологией».

- Специальная лекция «Всё ли так просто в подборе анальгетической терапии пациентам с суставным болевым синдромом?» при поддержке компании «Др. Редди`с Лабораторис».
- Специальная лекция «Юридические аспекты в практике травматолога-ортопеда» при поддержке компании «Замбон Фарма».

1 декабря 2022 года состоялось торжественное открытие XII Съезда травматологов-ортопедов России. В рамках церемонии к участникам с приветственными словами обратился Сергей Павлович Миронов — президент АТОР, Главный внештатный специалист травматолог-ортопед Минздрава РФ, Президент ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава РФ, академик РАН. С приветственным словом от имени Минздрава РФ и от лица Министра здравоохранения РФ Михаила Альбертовича Мурашко выступил заместитель директора Департамента организации медицинской помощи и санаторно-курортного дела Дмитрий Игоревич Батурин. От имени Совета Федерации выступил член комитета Совета Федерации по социальной политике Мухарбек Ойбертович Барахоев, а от имени Росздравнадзора — заместитель руководителя Федеральной службы по надзору в сфере здравоохранения Ирина Фёдоровна Серёгина. Особого внимания заслужило видеоприветствие с Международной космической станции. Российские космонавты от всей души поблагодарили врачей за их неоценимый труд, преданность своему делу и пожелали Съезду успешной работы.

Участники Церемонии торжественного открытия отметили важность и значимость данного масштабного мероприятия, способствующего реализации важнейших задач здравоохранения РФ, высокий уровень научных работ, включённых в программу Съезда, большую роль инновационных технологий в развитии травматологии и ортопедии как науки.

Во 2-й день Съезда было проведено 17 секционных и 1 пленарное заседание, а также III Отчётно-перевыборная конференция АТОР, 1 симпозиум и 2 мастер-класса. Всего во 2-й день прозвучало более 150 докладов по следующим направлениям:

- Лечение множественной и сочетанной травмы (1 секционное заседание).
- Лечение повреждений таза (1 секционное заседание).
- Лечение переломов верхней конечности (1 секционное заседание).
- Современные принципы и технологии лечения раненых с повреждениями опорно-двигательной системы (2 секционных заседания).
- Лечение остеохондропатии таранной кости. Есть ли единый подход к выбору тактики лечения? (1 секционное заседание).
- Актуальные вопросы хирургии стопы и голеностопного сустава (1 секционное заседание).

- Ортобиология. Технологии репаративной медицины в травматологии и ортопедии (2 секционных заседания).
- Современные принципы диагностики и лечения опухолей костей (3 секционных заседания).
- Аддитивные технологии в травматологии и ортопедии (1 секционное заседание).
- Реабилитация и консервативные методы лечения опорно-двигательного аппарата (1 секционное заседание).
- Организация травматолого-ортопедической помощи в РФ (1 секционное заседание).
- Роль и функции национального медицинского исследовательского центра (НМИЦ) (1 секционное заседание).
- Вопросы подготовки кадров в травматологии и ортопедии (1 секционное заседание).

В дополнение к секционным заседаниям проведены симпозиум и мастер-классы:

- Симпозиум «Междисциплинарный подход в лечении остеоартрита: диалог травматолога и ревматолога».
- Мастер-класс «Показания и техника внешнего остеосинтеза с использованием комплекта стержневого военно-полевого (КСВП)»;
- Мастер-класс «Показания и техника лечения ран с применением отрицательного давления».

Также во 2-й день Съезда состоялось пленарное заседание, в рамках которого выступили:

- Сергей Павлович Миронов с докладом «Состояние и перспективы развития отечественной травматологии и ортопедии»;
- Владимир Васильевич Хоминец с докладом «Концепция лечения раненых в конечности в условиях гибридной войны»;
- Николай Александрович Коновалов с докладом «Российская Ассоциация хирургов-вертебрологов».

После пленарного заседания была проведена очередная III Отчётно-перевыборная конференция АТОР. В рамках конференции представлен отчёт о деятельности Ассоциации за последние 4 года, отчёт ревизионной комиссии, озвучены предложения по улучшению и оптимизации работы Ассоциации, избраны новый Председатель исполкома и 2 члена ревизионной комиссии. Высказано мнение о необходимости увеличении вклада АТОР в такие задачи, как разработка клинических рекомендаций, улучшение качества образования и профессиональной подготовки травматологов-ортопедов, проведение кадаверных и обучающих курсов для молодых специалистов, а также в вопросы импортозамещения. Кроме того, необходимо уделить особое внимание проведению профессиональных форумов под эгидой АТОР (БРИКС-травма, БРИКС-орто, БРИКС-артро и БРИКС-спайн) и конференций с дружественными странами; создать под эгидой АТОР консультативный центр для отечественных компаний

по импортозамещению и продвижению отечественных медицинских изделий, оборудования; расширить географию региональных отделений АТОР, в том числе в Донецкой и Луганской Народной Республике.

В 3-й день работы Съезда состоялись 18 секционных заседаний и Церемония закрытия Съезда. Всего в 3-й день прозвучало 150 докладов в рамках следующих мероприятий:

- Лечение переломов нижней конечности.
- Лечение переломов костей и мягких тканей нижней конечности.
- Современные аспекты экзопротезирования.
- BRICS+ (БРИКС+) SPINE SESSION.
- Семинар AO SPINE – AO TRAUMA «Мультидисциплинарный подход к пациентам с политравмой».
- Конференция молодых учёных (6 секционных заседаний).
- Сестринская конференция.

В рамках секции БРИКС+ ведущие учёные из Бразилии, России, Индии, Китайской Народной Республики, Южно-Африканской Республики и Турции обсудили актуальные вопросы, новейшие разработки и перспективы хирургии позвоночника. В рамках секции БРИКС+ были детально обсуждены организация помощи спинальным больным, травма позвоночника, дегенеративные поражения позвоночника, деформации позвоночника, спондилиты и инфекционные поражения позвоночника. На заседаниях представили 37 докладов в очном и онлайн формате. Обсуждение докладов было организовано в гибридном формате: очно, онлайн и при помощи чата трансляции.

В 3-й день работы Съезда 6 секций были посвящены результатам научной деятельности молодых учёных. Конференция предоставила возможность участникам продемонстрировать результаты их работы, обсудить определённые клинические случаи с модераторами, а также стимулировать научно-исследовательскую деятельность среди студентов, аспирантов и ординаторов в области травматологии и ортопедии. Всего на конференции молодых учёных было представлено порядка 70 докладов. В каждой из секций при помощи оценочных листов модераторы определили лучший доклад. Победителями конференции молодых учёных стали:

- Иван Андреевич Васильев с докладом «Переломы головки лучевой кости — сравнительные результаты консервативного и хирургического лечения» (Курган) в рамках секции № 1 «Травматические повреждения костей. Артроскопия»;
- Ламия Яссер Идрис с докладом «Хирургическая тактика при повреждениях сухожилий глубоких сгибателей пальцев кисти в зоне фиброзно-синовидальных каналов у детей» (Москва) в рамках секции № 2 «Травматические повреждения сухожилий. Эндопротезирование суставов»;
- Владислав Викторович Кошелев с докладом «Опыт применения аппаратов внешней фиксации в соче-

тании с обширными субхондральными резекциями при лечении доброкачественных костных опухолей с субхондральным поражением в области коленного сустава» (Москва) в рамках секции № 3 «Воспалительные заболевания и опухоли костей»;

- Андрей Всеволодович Семёнов с докладом «Оперативное лечение стабильных форм рассекающего остеохондрита мыщелков бедренной кости у детей» (Москва) в рамках секции № 4 «Заболевания костно-мышечной системы»;
- Мария Романовна Калашникова с докладом «Анализ содержания диагностических и лечебных мероприятий у пациентов с синдромом запястного канала в типовых городских амбулаторно-поликлинических учреждениях» (Санкт-Петербург) в рамках секции № 5 «Заболевания костно-мышечной системы»;
- Виталий Романович Захарин с докладом «Сравнительная характеристика параметров сагиттального баланса у детей в норме и со спондилолистезом» (Москва, Смоленск) в рамках секции № 6 «Повреждения и заболевания позвоночника».

Впервые в истории в рамках XII Съезда состоялась Сестринская конференция. Её целью стало повышение качества оказания сестринской помощи пациентам травматолого-ортопедического профиля. В рамках конференции участники рассмотрели круг вопросов в области управления сестринской деятельностью и формирования компетенций среднего медицинского персонала, изучили рекомендации по внедрению новых методик ухода и лечения пациентов, рассмотрели роль операционной сестры при проведении хирургических вмешательств, особенности ведения пациентов в послеоперационном периоде, а также механизмы внедрения новых практик в ежедневную деятельность.

3-й день работы Съезда завершился церемонией закрытия, в рамках которой были озвучены итоги Съезда, принят проект резолюции, а также вручены дипломы победителям конференции молодых учёных. После Съезда проект резолюции был разослан во все научно-медицинские исследовательские центры и НИИ травматологии и ортопедии, были получены замечания, дополнения, которые впоследствии внесли в окончательную версию резолюции.

## РЕЗОЛЮЦИЯ XII ВСЕРОССИЙСКОГО СЪЕЗДА ТРАВМАТОЛОГОВ-ОРТОПЕДОВ

Представленная лекторами научно-практическая информация, их замечания и предложения стали основой для создания предлагаемой резолюции нашего Съезда, в которой отражены основные направления развития отечественной травматологии-ортопедии.

1. Учитывая явный дефицит травматолого-ортопедических кадров практически во всех регионах России,

рекомендовать Минздраву РФ в рамках госпрограммы по подготовке, обучению, привлечению и сохранению травматологов-ортопедов в травматолого-ортопедических отделениях увеличить приём студентов в медицинские вузы по целевой программе на бюджетные места по заявкам профильных учреждений.

2. Обратиться в Министерство образования РФ с предложением о включении в программу обучения студентов медицинских вузов подготовки по адаптированной программе по травматологии-ортопедии среднего медицинского персонала с получением соответствующего документа и целевым направлением для работы в травматолого-ортопедические отделения с целью раннего погружения в профессию и дальнейшей специализации по травматологии-ортопедии.
3. Внести изменения в программу «Медицина катастроф и безопасность жизнедеятельности» Стандарта ВПО для более углублённого изучения специфических вопросов лечения повреждений в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени.
4. В связи с сохранением (и даже повышением в некоторых регионах) потребности во врачах травматологов-ортопедах на фоне снижения в последние 2 года государственного задания по подготовке травматологов-ортопедов в ординатуре в ведущих центрах увеличить или вернуться к прежнему объёму государственного задания.
5. Рекомендовать Минздраву РФ изменить программу обучения в ординатуре по специальности «Травматология-ортопедия» с увеличением длительности обучения до 4 лет (2 года — 1-й уровень и ещё 2 года — 2-й).
6. Ускорить принятие новой редакции профессионального двухуровневого стандарта врача травматолога-ортопеда с возможностью начать сертифицированную трудовую деятельность после прохождения 1-го уровня обучения в ординатуре.
7. В течение 2023 года разработать, согласовать и утвердить материалы учебно-методического комплекса для введения единой образовательной программы по специальности «Травматология и ортопедия» на территории РФ, что позволит стандартизировать все имеющиеся на данный момент образовательные программы и упростит процедуру прохождения аккредитации как для вузов, так и для НИИ, ведущих образовательную деятельность.
8. Кроме того, необходимо оперативно решить с Министерством образования РФ и Военно-медицинской академией вопросы по созданию ведущими вузами на базе НМИЦ травматологии и ортопедии страны специализированных курсов подготовки травматологов-ортопедов и хирургов по лечению огнестрельных, термомеханических и других повреждений на различных этапах оказания медицинской помощи. Требуется разработать практические рекомендации

- по оказанию своевременной помощи при ранениях на основе практического опыта военных хирургов. Для обеспечения полноценности и преемственности в реабилитации и абилитации инвалидов необходимо создать на всех уровнях (федеральный, региональный) межведомственные комиссии с участием сотрудников организаций, подведомственных как Министерству труда, так и Минздраву РФ, восстановить возможность проведения подготовки инвалидов к протезированию в условиях отделений травматологии-ортопедии (при необходимости оперативного лечения) и в отделениях медицинской реабилитации (при проведении консервативного лечения), сформировать для этого соответствующую нормативную базу.
9. Проведение ежегодных всероссийских олимпиад по травматологии и ортопедии среди ординаторов показало их практическую целесообразность и необходимость. Следует продолжить организацию этих мероприятий в ФГБУ «ФЦТОЭ» Минздрава РФ в Смоленске.
  10. Также необходимо создание на федеральном уровне в рамках цифровизации и универсальной платформы «Здравоохранение» комплексного информационного обеспечения оказания специализированной высокотехнологичной медицинской помощи пациентам травматолого-ортопедического профиля, которая позволяла бы учесть специфику, потребности и интересы всех участников травматолого-ортопедической службы — пациента, травматолога-ортопеда, медицинской организации, государства. Для этого необходимо во всех медицинских учреждениях травматолого-ортопедического профиля завершить оснащение медицинским оборудованием с цифровыми каналами передачи данных с целью вхождения в единую государственную информационную систему (ЕГИС). Это позволит не только перейти к единой истории болезни пациента в стране, но и, что самое главное, начать создание единых регистров различных заболеваний и травм, методов консервативного и оперативного лечения.
  11. Помимо прочего, предлагаем продолжить разработку новых и переработку уже существующих клинических рекомендаций, направленных на повышение качества оказания травматолого-ортопедической помощи как взрослому, так и детскому населению. Активизировать работу по написанию клинических рекомендаций по разделу «Детская травматология и ортопедия».
  12. Учитывая, что в нашей специальности объём использования медицинских изделий, имплантируемых в организм человека, больше, чем во всех другие медицинские специальностях, вместе взятых, предлагаем в рамках нового Министерского федерального проекта «Медицинская наука для человека» активно поддержать на всех уровнях отечественные научно-практические разработки, которые были бы востребованы, апробированы и внедрены врачами в клиническую практику. Для этого прежде всего необходимо восстановить департамент медицинской промышленности при Министерстве промышленности и торговли РФ.
  13. Важно расширить административно-экономические рамки творческого сотрудничества травматологов-ортопедов с учёными, технологами и производителями качественных инновационных медицинских изделий, технологий, современного оборудования, включая комплексы для эндоскопии опорно-двигательного аппарата, эндопротезирования, 3D-моделирования, диагностики, хирургического инструментария, качественных изделий для металлоостеосинтеза и лекарственных препаратов, используемых нашими специалистами.
  14. Назрела необходимость создания положения о лечении инфекционных осложнений и заболеваний костей и суставов.
  15. Необходимо рекомендовать Правительству зафиксировать цены на жизненно необходимые и важнейшие лекарственные препараты, медицинские изделия, имплантируемые в организм человека, а также на ортопедические изделия, такие как брейсы, тьютора, корсеты, ортопедические аппараты и др.
  16. Для реальной оценки медицинского обеспечения нашей службы с целью принятия действенных решений предлагаем главным внештатным специалистам травматологам-ортопедам субъектов РФ совместно с рабочей группой Исполкома АТОР провести независимый мониторинг медицинского обеспечения службы медицинскими изделиями, современным оборудованием, хирургическим инструментарием, наборами для остеосинтеза и комплексами цифровых систем. Для этого необходимо повысить роль главных внештатных специалистов травматологов-ортопедов федеральных округов и городов федерального подчинения. Именно поэтому целесообразно совместно с Минздравом РФ разработать и принять положение о главных внештатных специалистах травматологах-ортопедах федеральных округов и городов федерального подчинения. Сформировать при главных внештатных специалистах (ГВС) округов и городов федерального подчинения группу экспертов.
  17. Провести работу по формированию путей маршрутизации пациентов с множественными повреждениями опорно-двигательного аппарата в регионах РФ с использованием телемедицинских консультаций.
  18. Усилить работу травматологов-ортопедов в регионах РФ, направленную на раннее выявление детей с врождённой ортопедической патологией.
  19. Своевременная диспансеризация и реабилитация — направления медицинской помощи, согласно многолетнему опыту, реально улучшающие качество жизни травматолого-ортопедических пациентов — являются

важными факторами профилактики инвалидизации. Для этого в рамках нового федерального проекта «Медицинская реабилитация до 2024 года», по словам Министра здравоохранения РФ, будет выделено 60 млрд рублей. В связи с этим предлагаем рассмотреть вопрос о создании профильных центров реабилитации травматолого-ортопедических больных и пациентов с последствиями травм и заболеваний опорно-двигательного аппарата, в которых бы работали травматологи-ортопеды, реабилитологи, физиотерапевты, неврологи и др.

20. После утверждения приказа Министерства труда РФ № 698 от 12 ноября 2018 года «Профессиональный стандарт “врач травматолог-ортопед”» прошло 4 года, поэтому необходимо произвести его переработку с учётом возникших за прошедший период замечаний. Кроме того, согласно приказу Министерства труда РФ № 410н от 11 июля 2022 года «Об утверждении Положения о разработке наименований квалификаций и требований к квалификации, на соответствие которым проводится независимая оценка квалификации», переработку профессионального стандарта целесообразно осуществлять одновременно с разработкой наименований квалификаций и требований к каждой квалификации. Необходимо сформировать при ГВС Минздрава РФ группу экспертов в составе директоров научно-медицинских исследовательских центров, ГВС федеральных округов, Москвы и Санкт-Петербурга.
21. Совместно с юридической, финансовой службой Минздрава РФ и службой ГВС разработать юридические документы о распределении ответственности между производителями и врачами при использовании индивидуально изготовленных имплантов.
22. В кратчайшие сроки произвести переработку Приказа Минздрава РФ № 901н от 12 ноября 2012 года «Порядок оказания медицинской помощи населению по профилю “травматология и ортопедия”» и приложений к нему, адаптировать его к современным реалиям. Новым приказом вернуть подразделения медицинской реабилитации в состав как амбулаторных, так и стационарных отделений травматологии-ортопедии.
23. Внести изменения в приложение № 1 приказа Минздрава РФ № 514н от 10 августа 2017 года «Порядок

проведения профилактических осмотров несовершеннолетних» и установить осмотр врача травматолога-ортопеда в 1, 3 и 12 мес, 6, 8, 11, 13, 15 и 17 лет. Рекомендовать Минздраву РФ разрешить оказание специализированной стационарной травматолого-ортопедической помощи лицам в возрасте 17 лет как в детских, так и во взрослых медицинских организациях.

24. В приказ Минздрава РФ № 804н от 13 октября 2017 года «Об утверждении номенклатуры медицинских услуг» (с изменениями от 24.09.2020) внести дополнения и изменения, касающиеся травматологии-ортопедии.

В заключении хотелось бы отметить, что за период, прошедший между съездами, стал явно заметен прогресс в совершенствовании организации оказания травматологической и ортопедической помощи населению РФ. В настоящее время в РФ реально существуют центры лечения травматолого-ортопедических больных, качество оказания медицинской помощи в которых объективно сопоставимо со стандартами ведущих стран мира.

Очередной XIII Всероссийский съезд травматологов-ортопедов предлагается провести в г. Казани в 2026 году.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ / ADDITIONAL INFO

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

**Author's contribution.** Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of 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.

## ОБ АВТОРАХ

\* **Миронов Сергей Павлович**, д.м.н., профессор,  
академик РАН, врач травматолог-ортопед;  
адрес: Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, д. 10;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0260-7001>;  
eLibrary SPIN: 7130-7510;  
e-mail: [mironovsp@cito-priorov.ru](mailto:mironovsp@cito-priorov.ru)

**Очкуренко Александр Алексеевич**, д.м.н., профессор,  
врач травматолог-ортопед;  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1078-9725>;  
eLibrary SPIN: 8324-2383;  
e-mail: [cito-omo@mail.ru](mailto:cito-omo@mail.ru)

**Перминов Владимир Аркадьевич**, к.м.н.,  
врач травматолог-ортопед;  
e-mail: [perminov\\_va@mail.ru](mailto:perminov_va@mail.ru)

**Трофимова Алёна Игоревна**,  
e-mail: [alena.trofimova@congress-ph.ru](mailto:alena.trofimova@congress-ph.ru)

## AUTHORS INFO

\* **Sergey P. Mironov**, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor,  
Academician of RAS, traumatologist-orthopedist;  
address: 10 Priorova Str., 127299, Moscow, Russia;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0260-7001>;  
eLibrary SPIN: 7130-7510;  
e-mail: [mironovsp@cito-priorov.ru](mailto:mironovsp@cito-priorov.ru)

**Alexander A. Ochkurenko**, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor,  
traumatologist-orthopedist;  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1078-9725>;  
eLibrary SPIN: 8324-2383;  
e-mail: [cito-omo@mail.ru](mailto:cito-omo@mail.ru)

**Vladimir A. Perminov**, MD, Cand. Sci. (Med.),  
traumatologist-orthopedist;  
e-mail: [perminov\\_va@mail.ru](mailto:perminov_va@mail.ru)

**Alena I. Trofimova**,  
e-mail: [alena.trofimova@congress-ph.ru](mailto:alena.trofimova@congress-ph.ru)

---

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author