

ISSN 2311-2905 (print)  
ISSN 2542-0933 (online)



# ТРАВМАТОЛОГИЯ И ОРТОПЕДИЯ РОССИИ

TRAUMATOLOGY  
AND ORTHOPEDICS  
OF RUSSIA

2024 • Т. 30 • № 1

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ

# Травматология и ортопедия России

Том 30, Выпуск 1, 2024

ЕЖЕКВАРТАЛЬНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Журнал основан в 1993 г.

## УЧРЕДИТЕЛИ

- ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена» Минздрава России
- ООО «Эко-Вектор»

## ИЗДАТЕЛЬ

ООО «Эко-Вектор»  
Адрес: 191186, г. Санкт-Петербург,  
Аптекарский пер., д. 3, литера А, помещение 1Н  
E-mail: [info@eco-vector.com](mailto:info@eco-vector.com)  
<https://eco-vector.com>  
тел.: +7(812)648-83-67

## РЕДАКЦИЯ

Адрес: 195427, Санкт-Петербург,  
ул. Академика Байкова, дом 8;  
тел.: +7 (812) 670-86-84  
e-mail: [journal@rniito.org](mailto:journal@rniito.org)  
<https://journal.rniito.org>

## ИНДЕКСАЦИЯ

Scopus  
Emerging Sources Citation Index (Web of Science)  
RSCI на платформе Web of Science  
РИНЦ  
Google Scholar  
BASE  
Dimensions  
DOAJ (Directory of Open Access Journals)  
Ulrich's Periodicals Directory  
WorldCat  
OpenAIRE

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, рекомендуемых ВАК РФ для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук

Журнал зарегистрирован Госкомитетом печати, телерадиовещания и массовых коммуникаций 12 апреля 1993 г. (Свидетельство № 0110540). Перерегистрирован Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия СМИ 10 декабря 2021 г. (свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-82474)



Контент журнала доступен под лицензией Creative Commons – Attribution 4.0 International, CC-BY.

Распространяется по подписке:  
Индекс **ПН030** в каталоге «Почта России»;  
Индекс **33020** в объединенном каталоге «Пресса России»

Редакторы Колесникова И.В., Шен А.С.  
Технический редактор Гаврилова С.В.  
Переводчик: Сергеева М.А.

ООО «Типография Лесник», 197183, Санкт-Петербург,  
ул. Сабировская, д. 37.  
Тираж 250 экз.  
Цена свободная.

## Главный редактор

*Тихилов Рашид Муртузалиевич* — чл.-кор. РАН, д-р мед. наук, профессор (НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия)

## Заместитель главного редактора

*Шубняков Игорь Иванович* — д-р мед. наук (НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия)

## Ответственный секретарь

*Колесникова Ирина Владимировна*  
(НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия)

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

*Ахтямов И.Ф.* — д-р мед. наук, профессор (Казанский ГМУ, Казань, Россия)  
*Баиндурашвили А.Г.* — академик РАН, д-р мед. наук, профессор (НМИЦ ДТО им. Г.И. Турнера, Санкт-Петербург, Россия)  
*Беленький И.Г.* — д-р мед. наук (СПб НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе, Санкт-Петербург, Россия)  
*Белов М.В.* — канд. мед. наук (Клиническая больница скорой медицинской помощи им. Н.В. Соловьевой, Ярославль, Россия)  
*Божкова С.А.* — д-р мед. наук (НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия)  
*Борзунов Д.Ю.* — д-р мед. наук (Уральский ГМУ, Екатеринбург, Россия)  
*Дубров В.Э.* — д-р мед. наук, профессор (МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия)  
*Дулаев А.К.* — д-р мед. наук, профессор (ПСПбГМУ им. И.П. Павлова, Санкт-Петербург, Россия)  
*Загра Л.* — д-р медицины, профессор (Ортопедический институт Галеацци, Милан, Италия)  
*Корнилов Н.Н.* — д-р мед. наук (НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия)  
*Королев А.В.* — д-р мед. наук, профессор (ЕвСТО, Москва, Россия)  
*Корыткин А.А.* — канд. мед. наук (Новосибирский НИИТО им. Я.Л. Цивьяна, Новосибирск, Россия)  
*Кочиш А.Ю.* — д-р мед. наук, профессор (НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия)  
*Кренн В.* — д-р медицины, профессор (Центр гистологии, цитологии и молекулярной диагностики, Трир, Германия)  
*Кульджанов Д.* — д-р медицины, профессор (Университетская клиника, Сент-Луис, США)  
*Маланин Д.А.* — д-р мед. наук, профессор (Волгоградский ГМУ, Волгоград, Россия)  
*Мироманов А.М.* — д-р мед. наук, профессор (Читинская ГМА, Чита, Россия)  
*Митрофанов В.Н.* — канд. мед. наук (Приволжский исследовательский медицинский университет, Н. Новгород, Россия)  
*Мурылев В.Ю.* — д-р мед. наук, профессор (Первый МГМУ им. И.М. Сеченова, Москва, Россия)  
*Парвизи Дж.* — д-р медицины, профессор (Институт Ротмана, Филадельфия, США)  
*Перка К.* — д-р медицины, профессор (Центр скелетно-мышечной хирургии Университетской клиники Шарите, Берлин, Германия)  
*Пташников Д.А.* — д-р мед. наук, профессор (НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия)  
*Рябых С.О.* — д-р мед. наук (РНИМУ им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия)  
*Середа А.П.* — д-р мед. наук (НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия)  
*Соломин Л.Н.* — д-р мед. наук, профессор (НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия)  
*Томсен М.* — д-р медицины, профессор (Клиника Миттельбаден, Баден-Баден, Германия)  
*Хоминец В.В.* — д-р мед. наук, профессор (ВМедА им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия)  
*Хубэ Р.* — д-р медицины, профессор (Центр эндопротезирования, Мюнхен, Германия)

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://journal.rniito.org>. Полное или частичное воспроизведение материалов, опубликованных в журнале, допускается только с письменного разрешения издателя и редакции, ссылка на журнал обязательна.

# Traumatology and Orthopedics of Russia

Vol. 30, N 1, 2024

QUARTERLY SCIENTIFIC AND PRACTICAL PEER-REVIEWED JOURNAL

Journal founded in 1993

## FOUNDERS

- Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics
- Eco-Vector

## PUBLISHER

Eco-Vector  
Address: 3A, Aptekarskiy lane, office 1N,  
St. Petersburg, 191186, Russia  
e-mail: [info@eco-vector.com](mailto:info@eco-vector.com)  
<https://eco-vector.com>  
Phone: +7(812)648-83-67

## EDITORIAL OFFICE

Address: 8, Akademika Baikova st.,  
St. Petersburg, Russia, 195427  
e-mail: [journal@rnito.org](mailto:journal@rnito.org)  
<https://journal.rnito.org>  
Phone: +7(812)670-86-84

## INDEXING

Scopus  
Emerging Sources Citation Index  
(Web of Science)  
Russian Science Citation Index  
Google Scholar  
Directory of Open Access Journals (DOAJ)  
WorldCat  
BASE  
Dimensions  
Ulrich's Periodicals Directory  
OpenAIRE

The journal is listed among the peer-reviewed scientific periodicals recommended by Higher Attestation Commission at the Ministry of Education and Science.

The journal is registered by Federal Service for Supervision in the Sphere of Telecom, Information Technologies and Mass Communications.  
Registration certificate PI No. FC77-82474 was issued on December 10, 2021.



The content is available under the Creative Commons – Attribution 4.0 International, CC-BY license.

Editors: I.V. Kolesnikova, A.S. Shen  
Layout: S.V. Gavrilova  
Translator: M.A. Sergeeva

Printed in "Typography Lesnik",  
197183, St. Petersburg, Sabirovskaya st., 37

## Editor-in-Chief

Rashid M. Tikhilov – Dr. Sci. (Med.), Professor  
(Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia)

## Deputy Editor-in-Chief

Igor I. Shubnyakov – Dr. Sci. (Med.)  
(Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia)

## Executive secretary

Irina V. Kolesnikova  
(Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia)

## EDITORIAL BOARD

*Ildar F. Akhtyamov* – Dr. Sci. (Med.), Professor (Kazan State Medical University, Kazan, Russia)  
*Aleksey G. Baidurashvili* – Dr. Sci. (Med.), Professor (Turner National Medical Research Center of Children's Orthopedics and Trauma Surgery, St. Petersburg, Russia)  
*Igor G. Belenkiy* – Dr. Sci. (Med.) (Dzhanelidze St. Petersburg Emergency Research Institute, St. Petersburg, Russia)  
*Mikhail V. Belov* – Cand. Sci. (Med.) (Solovyov Clinical Emergency Hospital, Yaroslavl, Russia)  
*Svetlana A. Bozhkova* – Dr. Sci. (Med.) (Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia)  
*Dmitry Yu. Borzunov* – Dr. Sci. (Med.) (Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia)  
*Vadim E. Dubrov* – Dr. Sci. (Med.), Professor (Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia)  
*Aleksander K. Dulaev* – Dr. Sci. (Med.), Professor (Pavlov University, St. Petersburg, Russia)  
*Luigi Zagra* – MD, Professor (Galeazzi Orthopedic Institute, Milan, Italy)  
*Nikolai N. Kornilov* – Dr. Sci. (Med.) (Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia)  
*Andrey V. Korolev* – Dr. Sci. (Med.), Professor (European Clinic of Sports Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia)  
*Andrey A. Korytkin* – Cand. Sci. (Med.) (Tsivyan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Novosibirsk, Russia)  
*Aleksander Yu. Kochish* – Dr. Sci. (Med.), Professor (Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia)  
*Veit Krenn* – MD, Professor (Center for Histology, Cytology and Molecular Diagnostics, Trier, Germany)  
*Djoldas Kuldjanov* – MD, Professor (University Hospital, St. Louis, USA)  
*Dmitry A. Malanin* – Dr. Sci. (Med.), Professor (Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia)  
*Alexander M. Miromanov* – Dr. Sci. (Med.), Professor (Chita State Medical Academy, Chita, Russia)  
*Vyacheslav N. Mitrofanov* – Cand. Sci. (Med.) (Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia)  
*Valery Yu. Murylev* – Dr. Sci. (Med.), Professor (Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia)  
*Javad Parvizi* – MD, Professor (Rothman Institute, Philadelphia, USA)  
*Carsten Perka* – MD, Professor (Charité – University Medicine, Berlin, Germany)  
*Dmitry A. Ptashnikov* – Dr. Sci. (Med.), Professor (Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia)  
*Sergey O. Ryabykh* – Dr. Sci. (Med.) (Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia)  
*Andrey P. Sereda* – Dr. Sci. (Med.) (Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia)  
*Leonid N. Solomin* – Dr. Sci. (Med.), Professor (Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia)  
*Marc Thomsen* – MD, Professor (Mittelbaden Clinics Baden-Baden Balg, Baden-Baden, Germany)  
*Vladimir V. Khominets* – Dr. Sci. (Med.), Professor (Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia)  
*Robert Hube* – MD, Professor (Center of Arthroplasty, Munich, Germany)

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://journal.rnito.org>. Permissions to reproduce material must be obtained in writing to the publisher and retained in order to confirm the legality of using reproduced materials.



## СОДЕРЖАНИЕ

## КЛИНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

**Мигулева И.Ю., Файн А.М.**

Пластика сухожилия глубокого сгибателя как повторное вмешательство после неуспешного лечения повреждений в области пальцев кисти ..... 5

**Чуловская И.Г., Егизарян К.А., Космынин В.С., Жаров Д.С., Титов А.А.**

Мукозные кисты пальцев кисти: ошибки диагностики и лечения ..... 14

**Миронов А.Р., Демин А.С., Родоманова Л.А., Абдиба Н.В., Ушаков М.Д., Плотников К., Мовчанс Е.**

Кросс-культурная адаптация и валидация русскоязычной версии Michigan Hand Outcomes Questionnaire ..... 25

**Халилизад М., Гезельсофла Ф., Муоди С., Джокар Р., Ганджи С.М.Э., Бахрами М., Ахангар С.К., Хафри С.**

Рентгенометрические показатели лучезапястного сустава и функциональные результаты хирургического лечения переломов дистального отдела лучевой кости с применением трех методик: рандомизированное контролируемое исследование ..... 32

**Тихилов Р.М., Джавадов А.А., Копцов А.В., Филонов П.В., Курбанова С.М., Шубняков И.И.**

Какие факторы могут привести к проседанию немодульного конического бедренного компонента после ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава? ..... 42

**Котельников Г.П., Кудашев Д.С., Зуев-Ратников С.Д., Шорин И.С., Асатрян В.Г., Князев А.А.**

Сравнительная оценка результатов оперативного лечения пациентов с асептическим некрозом головки бедренной кости ранних стадий ..... 52

**Касимова А.Р., Туфанова О.С., Гордина Е.М., Гвоздецкий А.Н., Радаева К.С., Рукина А.Н., Божкова С.А., Тихилов Р.М.**

Двенадцатилетняя динамика спектра ведущих возбудителей ортопедической инфекции: ретроспективное исследование ..... 66

**Гофер А.С., Алекперов А.А., Гуражев М.Б., Авдеев А.К., Лукинов В.Л., Рубцов Д.В., Павлов В.В.**

Среднесрочные результаты одноэтапной ревизионной реконструкции передней крестообразной связки: ретроспективный анализ 36 случаев ..... 76

## ОБМЕН ОПЫТОМ

**Родоманова Л.А.**

Кожно-костная реконструкция первого пальца кисти с использованием лучевого кожно-костного комплекса тканей ..... 89

**Мельников В.С., Дубров В.Э., Зелянин А.С., Бабаева Ю.В., Пашковская А.А., Жалылов И.С.**

Возможности динамической инфракрасной термографии для планирования и мониторинга перфорантных лоскутов ..... 99

## СЛУЧАИ ИЗ ПРАКТИКИ

**Ткаченко М.В., Хоминец В.В., Иванов В.С., Китачёв К.В.**

Отдаленный результат лечения пациента с обширным циркулярным дефектом мягких тканей нижней трети голени: клинический случай ..... 110

**Чугаев Д.В., Куляба Т.А., Петухов А.И., Мартыненко А.И.**

Разобщение фиксирующего механизма полиэтиленового вкладыша в модульном большеберцовом компоненте эндопротеза коленного сустава: клинический случай ..... 120

## ОБЗОРЫ

**Латыпов Н.А., Голубев И.О.**

Лечение переломов дистального метаэпифиза лучевой кости у пожилых пациентов: обзор литературы ..... 129

**Большакова Д.А., Карданов А.А., Майсигов М.Н., Королев А.В.**

Этимология термина «неврома Мортон»: обзор литературы ..... 142

## КОММЕНТАРИИ

**Кажанов И.В.**

Комментарий к статье Н.Н. Заднепровского с соавторами «Предложения по введению некоторых новых терминов в хирургию таза и вертлужной впадины» ..... 150

## CONTENTS

## CLINICAL STUDIES

- Miguleva I.Yu., Fain A.M.**  
Flexor Tendon Grafting as Reoperative Procedure  
for Injuries within Fingers and Thumb .....5
- Chulovskaya I.G., Egiazaryan K.A., Kosmynin V.S.,  
Zharov D.S., Titov A.A.**  
Mucous Cysts of Fingers: Diagnostics and Treatment Mistakes..... 14
- Mironov A.R., Demin A.S., Rodomanova L.A., Abdiba N.V.,  
Ushakov M.D., Plotnikovs K., Movcans J.**  
The Russian Version of the Michigan Hand Outcomes  
Questionnaire: Cross-Cultural Adaptation and Validation..... 25
- Khalilizad M., Ghezelsofia F., Mouodi S., Jokar R.,  
Ganji S.M.E., Bahrami M., Ahangar S.K.,  
Khafri S.**  
Wrist Radiographic Indices and Patients' Performance Following  
Three Surgical Methods for Management of Distal Radius  
Fractures: A Randomized Single-Blind Controlled Trial..... 32
- Tikhilov R.M., Dzhavadov A.A., Koptsov A.V.,  
Filonov P.V., Kurbanova S.M., Shubnyakov I.I.**  
Which Factors Can Lead to Subsidence of a Non-Modular  
Tapered Stem after Revision Hip Arthroplasty? ..... 42
- Kotelnikov G.P., Kudashev D.S., Zuev-Ratnikov S.D.,  
Shorin I.S., Asatryan V.G., Knyazev A.A.**  
Comparative Assessment of Surgical Treatment Results  
of Patients with Early-Stage Avascular Necrosis  
of the Femoral Head ..... 52
- Kasimova A.R., Tufanova O.S., Gordina E.M.,  
Gvozdetsky A.N., Radaeva K.S., Rukina A.N.,  
Bozhkova S.A., Tikhilov R.M.**  
Twelve-Year Dynamics of Leading Pathogens Spectrum Causing  
Orthopedic Infection: A Retrospective Study ..... 66
- Gofer A.S., Alekperov A.A., Gurazhev M.B., Avdeev A.K.,  
Lukinov V.L., Rubtsov D.V., Pavlov V.V.**  
Mid-term Results of a Single-Stage Revision Anterior Cruciate  
Ligament Reconstruction: A Retrospective Analysis of 36 Cases ....76

## EXPERIENCE EXCHANGE

- Rodomanova L.A.**  
Osteo-Cutaneous Reconstruction of the Thumb  
by Radial Composite Flap ..... 89
- Melnikov V.S., Dubrov V.E., Zelyanin A.S.,  
Babaeva Ju.V., Pashkovskaya A.A.,  
Zhalyalov I.S.**  
Capabilities of Dynamic Infrared Thermography for Planning  
and Monitoring of Perforating Flaps..... 99

## CASE REPORTS

- Tkachenko M.V., Khominets V.V., Ivanov V.S.,  
Kitachev K.V.**  
Long-Term Treatment Outcome of a Patient with Extensive  
Circular Soft Tissue Defect of the Distal Third of the Lower  
Extremity: A Case Report ..... 110
- Chugaev D.V., Kuliaba T.A., Petukhov A.I.,  
Martynenko A.I.**  
Disengagement of Polyethylene Insert Locking Mechanism  
in Modular Tibial Components for Knee Arthroplasty:  
A Case Report ..... 120

## REVIEWS

- Latypov N.A., Golubev I.O.**  
Treatment of Distal Radius Fractures in Elderly Patients:  
A Review ..... 129
- Bolshakova D.A., Kardanov A.A., Maysigov M.N.,  
Korolev A.V.**  
"Morton's Neuroma" — Term Etymology: A Review ..... 142

## COMMENTS

- Kazhanov I.V.**  
Comment on the Article by N.N. Zadneprovskiy et al.  
"Suggestions for the Introduction  
of Some New Terms in Surgery of Pelvic  
and Acetabulum Fractures" ..... 150

## Пластика сухожилия глубокого сгибателя как повторное вмешательство после неуспешного лечения повреждений в области пальцев кисти

И.Ю. Мигулева<sup>1,2</sup>, А.М. Файн<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения г. Москвы», г. Москва, Россия

<sup>2</sup> ГБУЗ «Городская клиническая больница № 29 им. Н.Э. Баумана Департамента здравоохранения г. Москвы», г. Москва, Россия

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России, г. Москва, Россия

### Реферат

**Актуальность.** По данным литературы, частота повторных оперативных вмешательств на сухожилиях сгибателей при повреждениях в области фиброзно-синовиальных каналов составляет около 20% и не имеет тенденции к снижению, но функциональные результаты этих повторных операций и их возможности практически не изучены.


**Цель исследования** — оценить результаты пластики сухожилия глубокого сгибателя пальцев и длинного сгибателя I пальца у пациентов, которые ранее перенесли неуспешные восстановительные операции по поводу повреждения сухожилий в области фиброзно-синовиальных каналов пальцев кисти.


**Материал и методы.** Были проанализированы функциональные результаты пластики сухожилия глубокого сгибателя пальцев и длинного сгибателя I пальца у 109 пациентов на 122 пальцах в зависимости от двух факторов — характера первого неуспешного вмешательства на сухожилиях (шов в 51 случае и пластика в 71 случае) и типа стационара, где оно было выполнено (в специализированных отделениях кисти в 76 случаях и в травматологических отделениях — в 46 случаях).

**Результаты.** Повторные операции после неуспешного шва сухожилий и неуспешной пластики принесли отличные результаты в 13 случаях из 51 (25,5% [95% ДИ: 14–40]) и в 32 случаях из 71 (45,1% [95% ДИ: 33–57]) соответственно, различие статистически значимо ( $\chi^2 = 4,888$ ;  $p = 0,027$ ). После предыдущих неуспешных операций в специализированных отделениях травмы кисти наши повторные вмешательства привели к отличным результатам в 48,7% [95% ДИ: 37–60] случаев (в 37 из 76), к посредственным — в 14,5% [95% ДИ: 7–24] (в 11 случаях из 76). В тех случаях, когда предыдущее неуспешное хирургическое лечение проводилось в неспециализированных стационарах, отличные результаты после повторных вмешательств составили 17,4% [95% ДИ: 8–31], посредственные — в 34,8% [95% ДИ: 21–50] (8 из 46). Эти различия с группой пациентов, которым первая неуспешная операция была проведена в специализированном отделении травмы кисти, были статистически значимы  $\chi^2 = 12,054$ ;  $p = 0,001$ . В общей сложности отличные результаты получены в 36,9% [95% ДИ: 28–46] случаев (в 45 из 122), хорошие — в 34,5% [95% ДИ: 26–43] случаев (в 42 из 122).

**Заключение.** Анализ функциональных результатов пластики сухожилия глубокого сгибателя пальцев и длинного сгибателя I пальца, выполненной как повторное вмешательство, показал, что у пациентов, ранее перенесших неуспешные попытки восстановления сухожилий сгибателей во 2-й зоне, достижение отличных результатов с полной функцией пальцев возможно. Но в целом показатели восстановления движений оказались значительно ниже, чем в неосложненных случаях, даже при большой давности повреждения. Самые низкие функциональные результаты повторных операций оказались у пациентов, прежде неуспешно оперированных в неспециализированных лечебных учреждениях.

**Ключевые слова:** разрыв шва сухожилия, отрыв трансплантата сухожилия глубокого сгибателя пальцев.

 **Для цитирования:** Мигулева И.Ю., Файн А.М. Пластика сухожилия глубокого сгибателя как повторное вмешательство после неуспешного лечения повреждений в области пальцев кисти. *Травматология и ортопедия России*. 2024;30(1):5-13. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-12236>.

 Мигулева Ирина Юрьевна; e-mail: MigulevaIY1@zdrav.mos.ru

Рукопись получена: 28.05.2023. Рукопись одобрена: 02.11.2023. Статья опубликована онлайн: 24.01.2024.

© Мигулева И.Ю., Файн А.М., 2024





## Flexor Tendon Grafting as Reoperative Procedure for Injuries within Fingers and Thumb

Irina Yu. Miguleva<sup>1,2</sup>, Alexey M. Fain<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Bauman 29 Municipal Clinical Hospital, Moscow, Russia

<sup>3</sup> Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russia

### Abstract

**Background.** The reoperation rate reported in the literature in cases of flexor tendon injuries within the fingers and thumb is about 20%, but the functional results of these reoperations are barely discussed.

**The aim** of the study was to evaluate the results of flexor tendon grafting performed as a redo procedure in patients who had previously underwent unsuccessful flexor tendon surgery.

**Methods.** This study reports the outcomes of deep flexor tendon and flexor pollicis longus tendon grafting in 122 fingers of 109 patients depending on two factors — the type of the first failed surgery (tendon suture in 51 fingers vs grafting in 71 fingers) and the type of the medical unit where the failed procedure had been performed (hand surgery department in 76 cases vs general trauma unit in 46 cases).

**Results.** Our reoperative grafting procedures led to excellent results in 13 fingers of 51 (25.5% [95% CI: 14–40]) after failed tendon suture and in 32 fingers of 71 (45.1% [95% CI: 33–57]) after failed previous grafting, difference is statistically significant ( $\chi^2 = 4.888$ ;  $p = 0.027$ ). Failed surgeries performed at the hand surgery departments were redone with 48.7% [95% CI: 37–60] of excellent results (in 37 fingers of 76) and 14.5% [95% CI: 7–24] of fair results (in 11 fingers of 76). Failed surgeries performed at the general trauma units were redone with 17.4% [95% CI: 8–31] of excellent results (in 8 fingers of 46). This value statistically significantly differed from the hand surgery departments group:  $\chi^2 = 12.054$ ;  $p = 0.001$ . For a total, excellent results were obtained in 36.9% [95% CI: 28–46] (in 45 fingers of 122) of reoperative grafting procedures and good results in 34.5% [95% CI: 26–43] (in 42 fingers of 122).

**Conclusions.** Analysis of the functional results of deep flexor tendon and flexor pollicis longus tendon grafting performed as a reoperative procedure showed that the excellent results with full finger function were achievable in patients who had previously undergone unsuccessful flexor tendon surgery in zone 2. But in general, the rates of motion recovery were significantly lower than in uncomplicated cases, even with a long history of injury. The worst functional results of reoperations were in patients who had previously been unsuccessfully operated in non-specialized medical units.

**Keywords:** ruptured flexor tendon repair, ruptured flexor tendon graft.

**Cite as:** Miguleva I.Yu., Fain A.M. Flexor Tendon Grafting as Reoperative Procedure for Injuries within Fingers and Thumb. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2024;30(1):5-13. (In Russian). <https://doi.org/10.17816/2311-2905-12236>.

✉ Irina Yu. Miguleva; e-mail: MigulevaIY1@zdrav.mos.ru

Submitted: 28.05.2023. Accepted: 02.11.2023. Published Online: 24.01.2024.

© Miguleva I.Yu., Fain A.M., 2024

## ВВЕДЕНИЕ

Разработка современных технологий прочного внутрисуставного шва сухожилий «в две нитки», появление плетеных шовных материалов нового поколения и усовершенствование протоколов ранней активной мобилизации — все это должно способствовать улучшению результатов лечения пациентов с повреждениями сухожилий сгибателей пальцев кисти. Однако они продолжают оставаться нестабильными, и число неудовлетворительных исходов из года в год не имеет тенденции к снижению [1, 2, 3], а частота повторных оперативных вмешательств составляет 11,4–19,1% [4, 5, 6, 7]. Проблема не только в том, что хирургия сухожилий сгибателей технически сложна и результат непредсказуем, но и в высокой частоте повреждений сухожилий в зоне фиброзно-синовиальных каналов. Таких пациентов много, и оперировать их приходится как специалистам в области кистевой хирургии, так и травматологам общего профиля и даже хирургам при отсутствии широкого практического внедрения современного хирургического и реабилитационного протоколов в регионах. Таким образом, существует большое количество факторов, препятствующих достижению желаемого пациентом и врачом результата лечения и способствующих возникновению осложнений. При всем обилии статей по различным вопросам хирургического лечения и реабилитации пациентов с повреждением сухожилий сгибателей пальцев публикаций, прицельно рассматривающих какие-либо аспекты проведения повторных операций, необходимых в случаях осложнений или неудач, мало [8, 9, 10, 11]. Результаты двухэтапной пластики, выполненной как повторное вмешательство у пациентов с отягощенным анамнезом, отдельно не приводятся [12, 13].

**Цель исследования** — оценить результаты пластики сухожилия глубокого сгибателя пальцев и длинного сгибателя I пальца у пациентов, которые ранее перенесли неуспешные восстановительные операции по поводу повреждения сухожилий в области фиброзно-синовиальных каналов пальцев кисти.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

### Дизайн исследования

Тип исследования — ретроспективное когортное.

Были проанализированы функциональные результаты пластики сухожилия глубокого сгибателя пальцев и длинного сгибателя I пальца (СГС и СДС) на 122 пальцах у 109 пациентов.

**Критерии включения** пациентов в исследование:

- пластика СГС и СДС выполнена как повторное оперативное вмешательство, т.е. каждый пациент в анамнезе имел как минимум одно неуспешное оперативное вмешательство по поводу данно-

го повреждения сухожилий сгибателей в области фиброзно-синовиальных каналов пальцев кисти;

- повторная пластика была выполнена исполнителем исследования;

- известен отдаленный функциональный результат в срок не менее 6 мес.

Все пациенты были распределены на две группы.

В первую группу вошли 70 пациентов, у которых первая неуспешная операция была проведена в специализированном отделении травмы кисти (в том числе и в нашей клинике). У 6 из них было диагностировано повреждение сухожилий сгибателей в области костно-фиброзных каналов на двух пальцах. Таким образом, в первую группу вошло 76 случаев, из них в 7 случаях имелось изолированное повреждение СГС, в остальных — было диагностировано повреждение обоих сухожилий во 2-й зоне.

Вторую группу составили 39 пациентов, изначально прооперированных в других, не специализированных по хирургии кисти, лечебных учреждениях. У 4 из них имелось повреждение сухожилий сгибателей в области фиброзно-синовиальных каналов на двух пальцах и у одного — на четырех пальцах. Таким образом, во вторую группу вошло 46 случаев, из них изолированное повреждение СГС имелось в 5 случаях, в остальных — было повреждение обоих сухожилий во 2-й зоне.

Распределение пациентов по полу, возрасту, частоте повреждения I–V пальцев в обеих группах существенно не различалось (табл. 1).

Хирургическая история пациентов в двух группах несколько различалась. В первой группе одно неуспешное вмешательство имелось в анамнезе в 75 случаях из 76, и только один пациент был неуспешно оперирован дважды. Во второй группе одно неуспешное вмешательство имелось в анамнезе в 37 случаях из 46, два вмешательства — в 6 случаях, три вмешательства — в 2 случаях, один пациент перенес четыре неуспешных оперативных вмешательства, прежде чем попал к кистевому хирургу. Необходимо отметить, что вторые и все последующие неуспешные вмешательства в обеих группах в большинстве случаев выполнялись с интервалом в 3–12 нед.

В качестве контрольных мы использовали две группы пациентов. Контрольную группу, условно названную нами «неосложненные случаи», составили 345 пациентов с известными функциональными результатами выполненной нами двухэтапной пластики сухожилия глубокого сгибателя пальцев и длинного сгибателя I пальца на 432 пальцах без каких-либо предшествовавших вмешательств на сухожилиях сгибателей, поврежденных во 2-й зоне. Контрольную группу, условно названную нами «давние повреждения», составили 40 пациентов с повреждениями



сухожилий сгибателей на 49 пальцах, у которых давность повреждения на момент обращения в клинику составляла в среднем около 10 лет (от 5 до 30 лет), но попыток восстановления сухожи-

лий за это время не делалось, и выполненная нами двухэтапная пластика СГС была первым вмешательством. Характеристика пациентов контрольных групп также представлена в таблице 1.

Таблица 1

## Характеристика сравниваемых групп

Параметр		Первая группа	Вторая группа	Группа «неосложненные случаи»	Группа «давние повреждения»
Количество пациентов/пальцев		70/76	39/46	345/432	40/49
Пол	ж	13	10	76	15
	м	57	29	269	25
Возраст, лет	диапазон	18–64	19–67	15–76	18–72
	средний	35,5	38,3	36,3	39,5
Поврежденный палец	I	3	2	9	–
	II	27	11	60	10
	III	26	7	86	10
	IV	5	13	134	14
	V	15	13	143	15

## Оценка результатов

Были использованы данные отдаленных функциональных результатов пластики СГС и СДС, выполненной во всех случаях как повторное оперативное вмешательство, оцененных при личном осмотре пациентов по принятой в клинике схеме, основанной на пятибалльной системе В.И. Розова: отлично, хорошо, посредственно, контрактура и отрыв трансплантата [14]. Отличным результатом считали полное восстановление активного сгибания пальца с полным или почти полным разгибанием (дефицит не более 5°); хорошим — полное восстановление активного сгибания с небольшим ограничением разгибания; посредственным — ограниченное сгибание пальца как при полном, так и при ограниченном разгибании. Результаты были проанализированы в зависимости от двух факторов — характера первого неуспешного вмешательства на сухожилиях (шов или пластика) и типа стационара, где оно было выполнено (специализированный или неспециализированный).

В контрольных группах «неосложненные случаи» и «давние повреждения» были использованы результаты пластики сухожилий, оцененные по этой же схеме, они представлены в таблице 2.

## Статистический анализ

Данные представлены в абсолютных величинах и в процентах, 95% доверительный интервал (ДИ) рассчитан по методу Клоппера–Пирсона. Для оценки статистической значимости различий использовали критерий  $\chi^2$  Пирсона.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Показаниями к проведению повторной реконструктивно-восстановительной операции в нашей клинике, т.е. наиболее частыми осложнениями первого вмешательства по поводу повреждения сухожилий сгибателей, оказавшегося неудачным, были отрыв трансплантата сухожилия — 63 (51,6%) случая, разрыв шва сухожилия — 44 (36,1%) и сгибательные контрактуры пальцев, в т.ч. с рубцовой деформацией кожного покрова и несостоятельностью связок-блоков — 15 (12,3%) случаев.

Таблица 2

## Использованные в исследовании результаты пластики сухожилий сгибателей пальцев в контрольных группах

Группа	Результат				
	Отлично	Хорошо	Посредственно	Контрактура	Отрыв
Неосложненные случаи	264 (61,1% [95% ДИ: 56–66])	97 (22,4% [95% ДИ: 19–27])	32 (7,4% [95% ДИ: 5–10])	8 (1,9% [95% ДИ: 0–3])	31 (7,2% [95% ДИ: 5–10])
Давние повреждения	23 (46,9% [95% ДИ: 33–62])	19 (38,8% [95% ДИ: 25–54])	4 (8,2% [95% ДИ: 2–20])	2 (4,1% [95% ДИ: 0–14])	1 (2,0% [95% ДИ: 0–11])

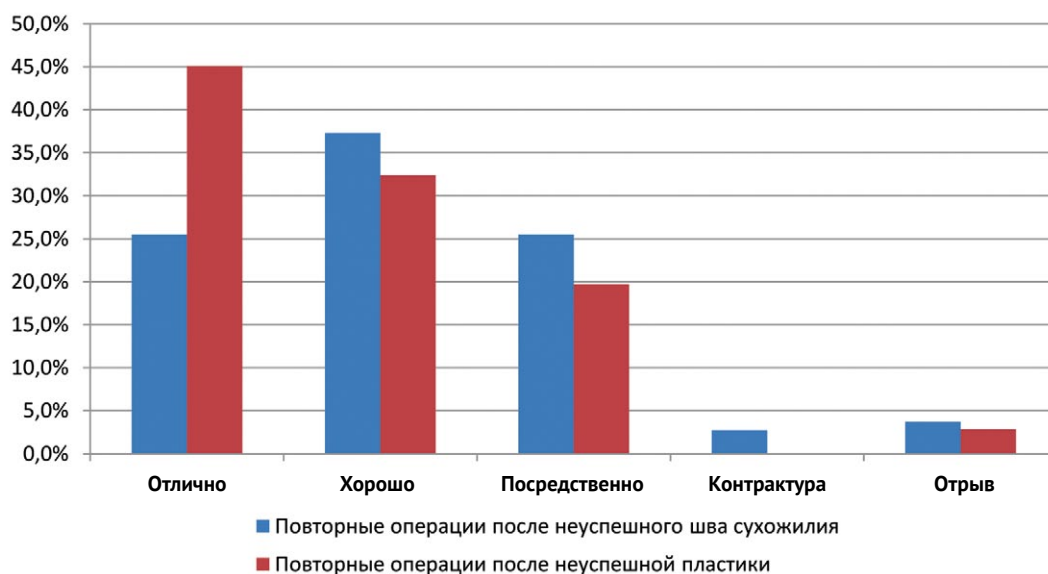
Первое выявленное различие между двумя группами пациентов относится к способу пластической реконструкции СГС и СДС. В первой группе состояние фиброзно-синовиального канала пальца в момент повторного вмешательства позволило выполнить одномоментную пластику в 44 случаях из 76 (57,9 [95% ДИ: 46–69]%). В остальных 32 случаях (42,1 [95% ДИ: 31–54]%) была выполнена двухэтапная пластика, так как состояние фиброзно-синовиального канала требовало эндопротезирования сухожилия силиконовым протезом на первом этапе реконструкции. Дополнительное вмешательство отдельным этапом проводилось только в одном случае — это была реконструкция связки-блока А2 аутотрансплантатом из сухожилия длинного разгибателя пальцев стопы.

Во второй группе пациентов состояние фиброзно-синовиального канала оказалось пригодным для выполнения одномоментной пластики только в 9 случаях из 46 (19,6% [95% ДИ: 9–34]), в остальных 37 случаях (80,4% [95% ДИ: 66–91]) была необходима двухэтапная пластика СГС и СДС. Эти данные свидетельствуют о значимых различиях в состоянии фиброзно-синовиального канала пальцев у пациентов первой и второй групп ( $\chi^2 = 17,135$ ; d.f. 1,  $p < 0,0001$ ). Кроме того, во второй группе в 17 случаях потребовалось выполнение дополнительных вмешательств отдельными этапами: в 9 случаях — кожной пластики встречными треугольными лоскутами, в 3 случаях — коррекции деформации «лебединая шея», в одном случае — пластики рубцового дефекта мягких тканей перекрестным лоскутом с соседнего пальца и в 4 случаях — наложения дистракционного аппарата для устранения артрогенной сгибательной контрактуры пальца.

При сравнении результатов проведенных нами пластических реконструктивных операций в тех

случаях, когда первой неуспешной операцией был шов сухожилий (51 случай из обеих групп), и в том 71 случае из обеих групп, когда первой неуспешной операцией была пластика СГС и СДС, было установлено, что повторные операции после неуспешного шва сухожилий и после неуспешной пластики принесли отличные результаты в 13 случаях из 51 (25,5% [95% ДИ: 14–40]) и в 32 случаях из 71 (45,1% [95% ДИ: 33–57]) соответственно, это различие статистически значимо ( $\chi^2 = 4,888$ ; d.f. 1,  $p = 0,027$ ). Хорошие результаты были получены в 19 случаях из 51 (37,3% [95% ДИ: 24–52]) и в 23 случаях из 71 (32,4% [95% ДИ: 22–45]), посредственные — в 13 случаях из 51 (25,5% [95% ДИ: 14–40]) и в 14 случаях из 71 (19,7% [95% ДИ: 11–31]) соответственно. Частота контрактур после пластики СГС и СДС у пациентов с неуспешным швом сухожилия в анамнезе составила 3,9% [95% ДИ: 0–13] (2 случая из 51), после пластики СГС и СДС у пациентов с неудачной пластикой в анамнезе контрактур не было; частота отрывов трансплантата составила 7,8% [95% ДИ: 2–19] (4 случая из 51) и 2,8% [95% ДИ: 0–10] (2 случая из 71) соответственно (рис. 1).

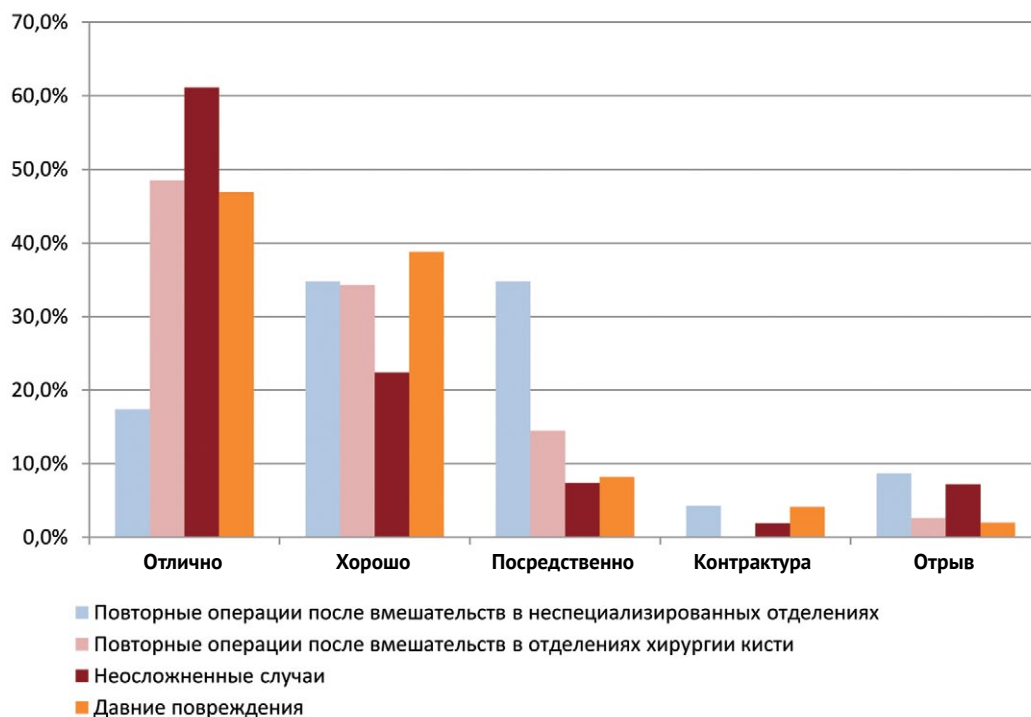
При анализе результатов пластики СГС и СДС в зависимости от типа лечебного учреждения, где прежде была выполнена первая неуспешная операция, было установлено следующее. У пациентов, которые были прежде неуспешно оперированы в специализированных отделениях хирургии кисти, было получено 48,7% [95% ДИ: 37–60] отличных результатов (37 случаев из 76), 34,2% [95% ДИ: 24–46] хороших (26 случаев из 76), 14,5% [95% ДИ: 7–24] посредственных (11 случаев из 76) при 2,6% [95% ДИ: 0–9] отрывов трансплантата (2 случая из 76); контрактур не было. При лечении пациентов из неспециализированных стационаров отличные результаты были получены в 17,4% [95% ДИ: 8–31]



**Рис. 1.** Результаты повторных операций на сухожилиях сгибателей в зависимости от характера первого неуспешного вмешательства  
**Fig. 1.** Flexor tendon reoperation results depending on the type of the first unsuccessful procedure

случаев (8 случаев из 46), различия с первой группой по данному показателю статистически значимы:  $\chi^2 = 12,054$ ; d.f. 1,  $p = 0,001$ . Хорошие результаты в этой группе получены в 16 случаях из 46 (34,8% [95% ДИ: 21–50]), посредственные — также в 16 случаях из 46 (34,8 [95% ДИ: 21–50]), разли-

чие с первой группой также статистически значимо —  $\chi^2 = 6,858$ ; d.f. 1,  $p = 0,009$ . Частота отрывов трансплантата составила 8,7% [95% ДИ: 2–21] (4 случая из 46), частота сгибательных контрактур пальцев — 4,3% [95% ДИ: 0–15] (2 случая из 46) (рис. 2).



**Рис. 2.** Результаты пластики сухожилий сгибателей в сравниваемых группах

**Fig. 2.** FDP and FPL tendon grafting results in compared groups

В общей сложности отличные результаты пластики СГС и СДС, выполненной нами в качестве повторной операции у пациентов с отягощенной хирургической историей, были получены в 45 случаях из 122 (36,9% [95% ДИ: 28–46]), хорошие результаты — в 42 случаях из 122 (34,5% [95% ДИ: 26–43]), посредственные — в 27 из 122 случаев (22,1% [95% ДИ: 15–30]); частота контрактур составила 1,6% [95% ДИ: 0–6] (2 случая из 122), частота разрывов — 4,9% [95% ДИ: 2–10] (6 случаев из 122). Соотношение отличных и хороших результатов повторных операций в общей сложности составило 1,07. В первой группе соотношение отличных и хороших результатов составило 1,4; во второй группе — 0,5.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Повреждения сухожилий сгибателей на уровне пальцев происходят весьма часто, поэтому первичные восстановительные операции выполняют не только кистевые хирурги, этим приходится заниматься и общим травматологам, и даже общим хирургам. Очевидно, что та статистика осложнений и неудач, которая приводится в публикациях кистевых хирургов экспертного класса на страницах узкоспециализированных профильных

журналов, и количество неудовлетворительных исходов лечения в реальной жизни — это разные вещи, но мало кто заостряет на этом внимание [4]. Возможно, отчасти по этой причине тактика дальнейшего лечения пациентов с осложнениями в литературе практически не обсуждается за редким исключением [11, 12, 15]. Какие вмешательства и в какие сроки можно и нужно делать, на какие результаты при этом приходится рассчитывать, что можно и что нельзя исправить — на эти вопросы не только не дается ответа, они даже не ставятся. Несколько лучше в литературе рассмотрена ситуация с немедленным повторным швом сухожилий сгибателей пальцев после разрыва первичного шва в области фиброзно-синовиальных каналов. На основании оценки полученных результатов (21% отличных, 24% хороших, 12% посредственных, 31% плохих и 12% повторных отрывов), М.В. Dowd с соавторами рекомендуют полностью отказаться от попыток немедленного повторного шва сухожилий сгибателей на V пальце, а при локализации повреждения на других пальцах не считать данную тактику методом выбора и в первую очередь рассматривать возможные альтернативные варианты в каждом конкретном случае [16]. В связи с увеличивающимся риском развития руб-

цовых сращений при неоднократных повторных вмешательствах на сухожилиях сгибателей в области фиброзно-синовиальных каналов A. Poggetty с соавторами в качестве альтернативы «биологической реконструкции» (двухэтапной тендопластики с временным эндопротезированием) даже предлагают устанавливать таким пациентам активный армированный силиконовый протез сухожилия как постоянный, т.е. без последующей замены его ауто сухожилием. Однако приведенные ими отдаленные результаты (из 19 результатов 9 плохих, 2 отличных, 3 хороших и 5 посредственных) пока не говорят о существенных преимуществах данной технологии [11].

Специалисты советуют при проведении повторных операций на сухожилиях сгибателей всегда быть готовым к неприятным сюрпризам [12]. Наше исследование показывает, что ранее перенесенные неуспешные вмешательства негативно отражаются на состоянии всего скользящего аппарата пальца, поэтому при проведении тендопластических операций таким пациентам требуется составление индивидуального плана хирургического лечения с корректировкой обычной тактики, а также применение уже в ходе вмешательств нестандартных технических приемов, учитывающих возникшие необратимые анатомические нарушения соединительнотканых структур пальцев и позволяющих по возможности исправить или компенсировать их. Не только рубцы мягких тканей и повреждения структур фиброзно-синовиального канала, но и изменения капсульно-связочного аппарата суставов и нарушение баланса разгибательного аппарата пальца создают новые и крайне неблагоприятные условия для регенерации и функционирования трансплантата.

Для лучшего понимания возможностей повторных восстановительных операций на сухожилиях сгибателей и критической оценки полученных нами результатов мы сравнили их с имеющимися в нашем распоряжении собственными данными по двухэтапной пластике СГС и СДС в 432 неосложненных случаях и в 49 случаях давних повреждений сухожилий без попыток восстановительных операций в анамнезе (см. рис. 2). Соотношение отличных и хороших результатов в группе неосложненных повреждений составляет 2,7 и значительно превосходит соответствующий показатель при повторных операциях. Даже в группе давних повреждений соотношение отличных и хороших результатов составляет 1,21, т.е. больше единицы, и тем принципиально отличается от показателя в группе пациентов, имевших в анамнезе неудачные операции на сухожилиях в условиях неспециализированных отделений. Таким образом, результаты нашего исследования показывают, что неудачно прооперированные повреждения сухо-

жилий сгибателей — это не просто давние случаи, и прогноз последующих пластических операций для них хуже.

Анализируя результаты лечения пациентов, мы пришли к убеждению, что всегда желательно, а в большинстве случаев просто необходимо отложить повторные операции до созревания и размягчения рубцов мягких тканей, спадения отека и полного восстановления пассивного сгибания во всех суставах пальца. В противном случае в результате частых хирургических вмешательств с небольшим временным интервалом происходит необратимое нарушение течения процессов регенерации с образованием сгибательной контрактуры пальца. Наблюдение пациента в процессе предоперационной подготовки, повторные осмотры, помимо своей основной задачи — лучше разработать пальцы, дают возможность хирургу решить для себя еще один очень важный вопрос — понять, насколько мотивирован пациент, готов ли он к сложной и длительной послеоперационной реабилитации и, главное, насколько адекватны его запросы. Результаты нашего исследования показывают, что, с одной стороны, возможности повторных операций на сухожилиях в плане получения идеального результата ограничены, но, с другой стороны, восстановление полноценной функции пальцев достижимо. С учетом этого показания к проведению повторной операции в осложненных случаях должны устанавливаться строго и в каждом конкретном случае индивидуально. Все пациенты с хирургическими неудачами требуют особенно внимательного и деликатного отношения. На основании собственного опыта мы выработали следующие правила взаимодействия с ними. Если мы считаем повторную операцию показанной, т.е. уверены в ее успехе, то объясняем пациенту понятно и доброжелательно всю фактическую сторону вопроса (количество, сроки и характер предполагаемых хирургических этапов, возможные риски, варианты анестезии, длительность пребывания в стационаре, ношения повязок и периода реабилитации, ожидаемый результат по сравнению со здоровым пальцем и т.п.) и предоставляем ему самому принять окончательное решение о согласии на операцию. В тех случаях, когда врач не видит реальной возможности хирургическим путем улучшить функцию и внешний вид пальца, особенно у пациентов с неадекватными ожиданиями, которые убеждены, что все можно переделать и восстановить в прежнем виде и это лишь вопрос компетентности и желания врача, тогда он должен уметь твердо сказать «нет».

Результаты данного исследования показывают, что этапные операции с отдельным планированием устранения тенодесмогенной контрактуры пальца до установки временного силиконового

эндопротеза сухожилия глубокого сгибателя — это надежная тактика повторных реконструкций, которая повышает их эффективность, стабильно приносит предсказуемые результаты и снижает риск осложнений. Мы считаем, что именно выделение устранения контрактуры в отдельный этап и установка силиконового эндопротеза сухожилия только после восстановления хорошей пассивной подвижности в межфаланговых суставах пальца позволили нам получить лучшие результаты, чем приводит Н. Sakellarides [15], объединявший устранение контрактуры пальца и эндопротезирование СГС в один хирургический этап. Он получил 14% отличных и 33% хороших результатов в группе из 40 пациентов. При этом автор считал отличным результатом дефицит активного сгибания не более 1 см, хорошим — не более 1,5 см, тогда как мы рассценивали любой дефицит активного сгибания как посредственный результат.

Установленные в процессе анализа отдаленных результатов факты заставляют нас предложить некоторые, на наш взгляд, обоснованные, меры профилактики роста количества повторных вмешательств. При повреждениях сухожилий сгибателей на уровне пальцев первичную восстановительную операцию должен выполнять только тот достаточно опытный в хирургии кисти специалист, который владеет современными методиками, занимается этим регулярно, наблюдает и контролирует реабилитацию своих пациентов, знает свои отдаленные результаты и анализирует их, постоянно накапливает клинический опыт — именно такой точки зрения придерживаются известные современные специалисты в области первичного шва сухожилий сгибателей пальцев [17]. Не имеющий большого опыта лечения пациентов с повреждениями сухожилий сгибателей врач должен знать, что отказ от первичного шва сухожилий сгибателей в области пальцев в пользу планового лечения не приносит пациенту никакого вреда, а вот поспешно и некомпетентно проведенная операция и развившиеся в результате нее ос-

ложнения наносят пациенту непоправимый вред. В случае неудачи первичной операции (разрыв шва, контрактура и пр.) повторную реконструктивную операцию на интрасиновиальном отделе сухожилий сгибателей должен выполнять только кистевой хирург в условиях специализированного центра (отделения) хирургии кисти, а не врач-травматолог или хирург общего профиля.

Мы хотели бы подчеркнуть, что хирургия повреждений сухожилий сгибателей пальцев в области фиброзно-синовиальных каналов — это такая область, где никто не застрахован от неудачи, даже специалисты экспертного класса. Но наш многолетний опыт показывает, что исправить ситуацию и в конечном счете получить более или менее полноценные движения можно только в тех случаях, когда в ходе первичной операции не было допущено грубых технических ошибок. В противном случае все последующие реконструкции приобретают паллиативный характер. Успешно удавшаяся вторичная пластическая реконструкция сухожилия глубокого сгибателя по праву считается одной из самых изящных и приносящих удовлетворение операций во всей хирургии кисти.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ функциональных результатов пластики сухожилия глубокого сгибателя пальцев и длинного сгибателя I пальца, выполненной как повторное вмешательство, показал, что у пациентов, ранее перенесших неуспешные попытки восстановления сухожилий сгибателей в области фиброзно-синовиальных каналов, достижение отличных результатов с полной функцией пальцев возможно. Однако в целом показатели восстановления движений оказались значительно ниже, чем в «нескомпрометированных» случаях даже при большой давности повреждения. Самые низкие функциональные результаты повторных операций выявлены у пациентов, прежде неуспешно оперированных в неспециализированных лечебных учреждениях.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

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

**Этическая экспертиза.** Не применима.

**Информированное согласие на публикацию.** Не требуется.

## DISCLAIMERS

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

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

**Ethics approval.** Not applicable.

**Consent for publication.** Not required.



## ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Dy C.J., Daluiski A., Do H.T., Hernandez-Soria A., Marx R., Lyman S. The epidemiology of reoperation after flexor tendon repair. *J Hand Surg Am.* 2012;37(5):919-924. doi: 10.1016/j.jhsa.2012.02.003.
2. Svingen J., Wiig M., Turesson Ch., Farnebo S., Arner M. Risk factors for reoperation after flexor tendon repair: a registry study. *J Hand Surgery Eur Vol.* 2022; 47(10):1071-1076. doi: 10.1177/17531934221101563.
3. Wu K.Y., Gillis J.A., Moran S.L. Secondary Procedures following Flexor Tendon Reconstruction. *Plast Reconstr Surg.* 2022; 149(1):108e-120e. doi: 10.1097/PRS.00000000000008692.
4. Lalchandani G.R., Halvorson R.T., Zhang A.L., Lattanza L.L., Immerman I. Patient outcomes and costs after isolated flexor tendon repairs of the hand. *J Hand Ther.* 2022;35(4):590-596. doi: 10.1016/j.jht.2021.04.015.
5. Shaw A.V., Holmes D.G., Rodrigues J.N., Lane J.C., Gardiner M.D., Wormald J.C. Outcome measurement in adult flexor tendon injury: A systematic review. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2022;75(4):1455-1466. doi: 10.1016/j.bjps.2021.08.033.
6. Bruin L.L., Lans J., Wang F., Eberlin K.R., Chen N.C. Reoperation Following Zone II Flexor Tendon Repair. *Hand (N Y).* 2023;18(6):960-969. doi: 10.1177/15589447211043220.
7. Çalışkan Uçkun A., Yurdakul F.G., Ergani H.M., Güler T., Yaşar B., Başkan B. et al. Factors predicting reoperation after hand flexor tendon repair. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2020;26(1):115-122. doi: 10.14744/tjtes.2019.92590.
8. Giuffrida A.Y., Wolfe S. Options for Failed Flexor Tendon Surgery. In: Duncan S.F.M., ed. *Reoperative Hand Surgery.* New York, NY: Springer Science+Business Media; 2012. p. 17-42.
9. Elliot D., Giesen T. Treatment of unfavorable results of flexor tendon surgery: Ruptured repairs, tethered repairs and pulley incompetence. *Indian J Plast Surg.* 2013;46(3):458-471. doi: 10.4103/0970-0358.121931.
10. Elliot D., Giesen T. Treatment of unfavorable results of flexor tendon surgery: Skin deficiencies. *Indian J Plast Surg.* 2013;46(2):325-332. doi: 10.4103/0970-0358.118611.
11. Poggetti A., Novi M., Rosati M., Ciclamini D., Scaglione M., Battiston B. Treatment of flexor tendon reconstruction failures: multicentric experience with Brunelli active tendon implant. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2018;28(5):877-883. doi: 10.1007/s00590-017-2102-x.
12. Langer M.F., Wieskötter B., Oeckenpöhler S., Unglaub F., Spies C., Grünert J.G. Secondary reconstruction of flexor tendons. *Unfallchirurg.* 2020;123(2):114-125. (In German). doi: 10.1007/s00113-019-00747-9.
13. Honner R., Meares A. A review of 100 flexor-tendon reconstructions with prosthesis. *Hand.* 1977;9:226-231. doi: 10.1016/s0072-968x(77)80106-x.
14. Розов В.И. Повреждения сухожилий кисти и пальцев и их лечение. Ленинград: Медгиз; 1952. с. 41-42. Rozov V.I. *Injuries to the tendons of the hand and fingers and their treatment.* Leningrad: Medgiz; 1952. p. 41-42 (In Russian).
15. Sakellarides H. The treatment of scarring and flexion contracture after operations for injuries to the flexor tendons of the fingers by implantation of a silicone rod and tendon grafting. *Int Orthop.* 1981;5(3):225-228. doi: 10.1007/BF00266687.
16. Dowd M.B., Figus A., Harris S.B., Southgate C.M., Foster A.J., Elliot D. The results of immediate re-repair of zone 1 and 2 primary flexor tendon repairs which rupture. *J Hand Surgery Eur Vol.* 2006;31(5):507-513. doi: 10.1016/j.jhsb.2006.06.006.
17. Elliot D., Giesen T. Avoidance of unfavourable results following primary flexor tendon surgery. *Indian J Plast Surg.* 2013;46(2):312-324. doi: 10.4103/0970-0358.118610.

## Сведения об авторах

✉ Мигулева Ирина Юрьевна — д-р мед. наук  
Адрес: Россия, 129090, г. Москва,  
Большая Сухареvская площадь, д. 3  
<https://orcid.org/0000-0002-6894-1427>  
e-mail: MigulevaIY1@zdrav.mos.ru

Файн Алексей Максимович — д-р мед. наук  
<https://orcid.org/0000-0001-8616-920X>  
e-mail: fainam@sklif.mos.ru

## Authors' information

✉ Irina Yu. Miguleva — Dr. Sci. (Med.)  
Address: 3, Bolshaya Sukharevskaya Sq., Moscow, 129090,  
Russia  
<https://orcid.org/0000-0002-6894-1427>  
e-mail: MigulevaIY1@zdrav.mos.ru

Alexey M. Fain — Dr. Sci. (Med.)  
<https://orcid.org/0000-0001-8616-920X>  
e-mail: fainam@sklif.mos.ru

## Мукозные кисты пальцев кисти: ошибки диагностики и лечения

И.Г. Чуловская, К.А. Егизарян, В.С. Космынин, Д.С. Жаров, А.А. Титов

ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова»  
Минздрава России, г. Москва, Россия

### Реферат

**Актуальность.** Мукозные кисты кисти представляют собой опухолеподобные образования. Эта патология отличается большим количеством ошибок диагностики и лечения с выполнением неадекватных манипуляций и неполноценных оперативных вмешательств, следствием которых являются рецидивы и осложнения.


**Цель работы** — анализ ошибок диагностики и лечения пациентов с мукозными кистами пальцев кисти для улучшения качества оказания медицинской помощи пациентам с рассматриваемой патологией.


**Материал и методы.** В исследование включено 62 пациента. Диагностика включала клиничко-анамнестическое обследование, рентгенографию и ультразвукографию. По данным анамнеза пациенты были разделены на две группы: 1-ю группу составили больные, обратившиеся в клинику первично; 2-ю — обратившиеся с рецидивами мукозных кист. Всем пациентам выполнены оперативные вмешательства, включающие иссечение остеофита фаланги и пластику дефекта кожи после иссечения кисты. Оценку результатов лечения выполняли через 2, 6, 12 мес. после хирургического лечения по данным рентгенографии, по ВАШ, опроснику QuickDash, объему движений в дистальном межфаланговом суставе.

**Результаты.** Проведен анализ первичного обращения пациентов 2-й группы (с рецидивами заболевания) по профилю специалистов и виду оказанной помощи. Установлено, что пациентам с рецидивами были выполнены манипуляции (пункция кисты, прижигание, снятие истонченной кожи над кистой) или операции без иссечения остеофита фаланги и пластики дефекта кожи после иссечения кисты. Использование диагностического алгоритма на этапе обращения позволило у всех пациентов подтвердить диагноз и выявить наличие остеофита заинтересованной фаланги пальца.

**Заключение.** На этапе диагностики информативными методами исследования являются рентгенография и ультразвукография. Единственно правильным методом лечения мукозных кист является радикальная операция, включающая пластику дефекта кожи местными тканями после иссечения кисты и удаление остеофита.

**Ключевые слова:** мукозная киста, опухолеподобные заболевания, остеофит, мукоидная перестройка, остеоартроз, дистальный межфаланговый сустав, рентгенография, ультразвукография.

 **Для цитирования:** Чуловская И.Г., Егизарян К.А., Космынин В.С., Жаров Д.С., Титов А.А. Мукозные кисты пальцев кисти: ошибки диагностики и лечения. *Травматология и ортопедия России*. 2024;30(1):14-24. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-17433>.

 Чуловская Ирина Германовна; e-mail: [igch0906@mail.ru](mailto:igch0906@mail.ru)

Рукопись получена: 27.12.2023. Рукопись одобрена: 20.02.2024. Статья опубликована: 18.03.2024.

© Чуловская И.Г., Егизарян К.А., Космынин В.С., Жаров Д.С., Титов А.А., 2024

## Mucous Cysts of Fingers: Diagnostics and Treatment Mistakes

Irina G. Chulovskaya, Karen A. Egiazaryan, Vladimir S. Kosmynin,  
Dmitriy S. Zharov, Aleksey A. Titov

*Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia*

### Abstract

**Background.** Mucous cysts of hand represent tumor-like masses. This pathology is associated with a large number of diagnostic and treatment mistakes with inappropriate procedures and incomplete surgical interventions, which result in recurrences and complications.

**Aim of the study** — to analyze diagnostics and treatment mistakes in patients with mucous cysts of fingers in order to improve the quality of medical care for patients with this pathology.

**Methods.** The study enrolled 62 patients. Diagnostics included medical history analysis, clinical and X-ray examination, and ultrasonography. According to the patients' history, they were divided into two groups: group 1 consisted of patients who had come to the clinic for the first time, group 2 — of patients who had referred to the clinic with recurrences of mucous cysts. All patients underwent surgical interventions with osteophyte excision of the phalanx and skin defect grafting after cyst excision. Treatment results were evaluated 2, 6, 12 months after the operation using X-ray data, VAS, QuickDash questionnaire, and measurements of the range of motion in the distal interphalangeal joint.

**Results.** Initial referrals of group 2 patients (with disease recurrence) were analyzed in terms of the profile of specialists and the type of care provided. It was found that patients with recurrence had undergone procedures (cyst puncture, cauterization, removal of thin skin over the cyst) or surgeries without osteophyte excision of the phalanx and skin defect grafting after cyst excision. The use of a diagnostic algorithm at the referral stage made it possible to confirm the diagnosis and detect an osteophyte of the affected phalanx in all patients. Patients were followed up for a year.

**Conclusion.** At the diagnostic stage, X-ray and ultrasonography are conclusive methods of examination. The only correct method of mucous cysts treatment is radical surgery including skin defect grafting with local tissues after cyst excision and osteophyte removal.

**Keywords:** mucous cyst, tumor-like masses, osteophyte, mucoid remodeling, osteoarthritis, distal interphalangeal joint, X-ray, ultrasonography.

**Cite as:** Chulovskaya I.G., Egiazaryan K.A., Kosmynin V.S., Zharov D.S., Titov A.A. Mucous Cysts of Fingers: Diagnostics and Treatment Mistakes. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2024;30(1):14-24. (In Russian).  
<https://doi.org/10.17816/2311-2905-17433>.

✉ Irina G. Chulovskaya; e-mail: igch0906@mail.ru

Submitted: 27.12.2023. Accepted: 20.02.2024. Published: 18.03.2024.

© Chulovskaya I.G., Egiazaryan K.A., Kosmynin V.S., Zharov D.S., Titov A.A., 2024

## ВВЕДЕНИЕ

По данным литературы, мукозные кисты (МК) пальцев составляют 2–12% от доброкачественных мягкотканых опухолей и опухолеподобных образований кисти и поражают преимущественно женщин в возрасте старше 50 лет [1, 2].

С точки зрения патологической анатомии МК являются объемными образованиями, представленными патологической полостью, состоящей из стенки и содержимого [3, 4, 5]. Типичная локализация МК — тыльная поверхность пальца в проекции дистального межфалангового сустава или дистальная фаланга в околоногтевой (иногда подногтевой) области. Для МК, расположенных в околоногтевой зоне, характерно сдавление ростковой зоны ногтя [6, 7]. Реже эти опухолеподобные образования располагаются в области проксимального межфалангового сустава [6].

Формируются МК на фоне дегенеративно-дистрофических процессов в межфаланговых суставах пальцев кисти с образованием остеофитов и последующей мукоидной перестройкой периапартулярной соединительной ткани [8, 9]. Это позволяет рассматривать МК как результат развития остеоартроза (синоним — остеоартрит) или как его осложнение [1, 2, 6, 10].

Особенностью МК является их неременная связь с полостью сустава (дистального или проксимального межфалангового) пальцев кисти посредством ножки кисты, располагающейся в зоне формирования остеофита [9]. Согласно наиболее распространенной теории, МК рассматриваются как разновидность синовиальных кист кисти (синоним — гигромы, ганглии) [3, 5, 11, 12, 13, 14]. Это мнение основано на том, что синовиальные кисты тоже образуются в результате дегенеративно-дистрофических изменений в периапартулярной соединительной ткани. Более того, синовиальные кисты, связанные с полостью сустава, аналогично МК, сообщаются с ним посредством ножки кист.

Вопросы диагностики и лечения МК освещены в литературе крайне скудно. Алгоритм диагностики ограничивается клиническим обследованием и рентгенографией, и только отдельные авторы дополняют его ультразвукографией [6].

В литературе предлагаются различные методы лечения МК: пункция кисты, склеротерапия, инъекции кортикостероидов, криотерапия. Однако, по мнению большинства авторов, наиболее эффективным методом лечения МК является операция. При этом радикальная операция предполагает не только иссечение кисты, но и обязательное удаление остеофита, на котором располагается ее ножка, с последующим закрытием дефекта, образовавшегося после иссечения кисты,

с помощью кожной пластики местными тканями [1, 6, 15].

На практике диагностика и лечение пациентов с МК, как, впрочем, и пациентов с опухолями и опухолевидными образованиями кисти в целом, сопряжены с большим количеством ошибок, выполнением неадекватных манипуляций и неполноценных оперативных вмешательств, следствием которых являются рецидивы и осложнения [14, 16].

*Цель работы* — анализ причин рецидивов мукозной кисты пальцев кисти для улучшения качества оказания медицинской помощи пациентам с рассматриваемой патологией.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Работа основана на результатах обследования и лечения 62 больных с МК с 2010 по 2022 г. на базе травматологического отделения ГКБ № 4 и ортопедического отделения университетской клиники «Российский геронтологический научно-клинический центр». Все пациенты были разделены на две группы согласно данным анамнеза: 1-ю группу составили 30 (48,4%) больных, обратившихся в клинику первично; 2-ю группу — 32 (51,6%) пациента с рецидивами МК, получившие лечение до обращения в клинику. Возраст пациентов в обеих группах составил от 38 до 85 лет, среди больных преобладали женщины — 50 человек (80,6%).

Диагностический алгоритм включал клинико-анамнестическое обследование и дополнительные методы диагностики: рентгенографию и ультразвукографию. Окончательный диагноз формулировали на основании интраоперационной диагностики и послеоперационного гистологического исследования. При сборе анамнеза выясняли данные о предшествующих обращениях в лечебные учреждения, используемых при этом методах обследования и лечения. Рентгенография позволяла исследовать заинтересованные костно-суставные структуры, ультразвукография — изучить контуры, форму и размеры МК, а также ее положение относительно кожных покровов, костей и суставов.

Оценку болевого синдрома выполняли по ВАШ, оценку функционального результата лечения — по опроснику QuickDash, объему движений в дистальных межфаланговых суставах (МФС) или межфаланговом суставе (I палец). Единицей исследования служили пациенты.

## Статистический анализ

Данные представлены в виде медианы и интерквартильного размаха: Me [Q1; Q3]. Качественные характеристики представлены в виде абсолютных значений (*n*) и/или частот (%). Для выявления статистически значимых различий между двумя неза-

зависимыми группами для всех количественных признаков был использован критерий Манна–Уитни. Для выявления статистически значимых различий между зависимыми группами для всех количественных признаков был использован критерий Уилкоксона. 95% доверительный интервал (ДИ) для относительных частот рассчитан с помощью метода Клоппера–Пирсона.

Расчет данных производился с помощью пакета Statistica 10.0 (StatSoft inc., США). Уровень  $p < 0,05$  считался статистически значимым.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Жалобы пациентов с МК включали боль в покое и при движениях, ограничение движений в пораженных суставах пальцев кисти, а также наличие «пузырька» на тыльной поверхности пальца. Длительность заболевания составила от 2 мес. до 5 лет (в среднем 9 мес.).

Большинство пациентов (32 (51,6%)) обратились с рецидивами МК, ранее они получали лечение до обращения в клинику. Эти пациенты составили 2-ю группу. С целью выяснения причин рецидивов во 2-й группе проводили анализ первичного обращения пациентов по профилю врача и виду проведенного лечения. Период от первичного обращения до обращения в клинику составил от

1 до 8 мес. На основании данных анамнеза и анализа медицинских документов (выписного эпикриза и консультативных листов) было установлено, что 12 (34,38%) пациентов первично обращались к хирургам общего профиля и 10 (28,13%) — к дерматологам. К профильным специалистам (кистевым хирургам) обратились всего 3 (9,38%) пациента (табл. 1). У всех пациентов 2-й группы при первичном обращении были допущены ошибки при диагностике и лечении. При этом поставленные ошибочные диагнозы и методы лечения, результатом которых были рецидивы заболевания, зависели от профиля специалиста.

Как следует из таблицы 1, дерматологи лечили пациентов с МК по поводу дерматита или грибковой инфекции путем назначения соответствующих лекарственных средств общего и местного действия, а также снятия истонченной кожи над кистой. Диагноз при обращении к хирургам, в том числе кистевым, и травматологам-ортопедам формулировался как гигрома, ганглий или кожная киста. Медицинская помощь у 15 (46,88%) пациентов заключалась в пункции кисты, у 3 (9,38%) больных дерматологами и хирургами было выполнено иссечение истонченной кожи над кистой с сохранением мягкотканного дефекта, еще у 4 (12,5%) — прижигание зоны поражения

Таблица 1

### Распределение пациентов по методам лечения на этапе первичного обращения к врачам различных специальностей

Специальность	Метод лечения	Количество первичных обращений	
		<i>n</i>	%
Хирург	Снятие истонченной кожи над МК	1	3,13
	Пункция	6	18,75
	Прижигание	1	3,13
	Оперативные вмешательства без иссечения остеофита	4	12,50
	Всего	12	37,50
Дерматолог	Снятие истонченной кожи над кистой с последующим назначением лекарственной терапии	5	15,63
	Снятие истонченной кожи над МК	2	6,25
	Прижигание	3	9,38
	Всего	10	31,25
Травматолог-ортопед	Пункция	6	18,75
	Всего	6	18,75
Кистевой хирург	Пункция	3	9,38
	Всего	3	9,38
Пластический хирург	Оперативные вмешательства без иссечения остеофита	1	3,13
	Всего	1	3,13
Всего		32	100,00



кожных покровов раствором марганцево-кислого калия. Оперативные вмешательства были произведены 5 (15,63%) пациентам, однако они включали только иссечение кисты с попыткой закрыть образовавшийся дефект кожи наложением швов с последующим стягиванием краев раны, после чего у 4 пациентов образовались длительно заживающие гранулирующие раны с последующим рецидивом МК.

Рентгенография в двух проекциях при первичном обращении во 2-й группе была выполнена 7 (21,86%) пациентам. УЗИ не было назначено ни одному пациенту.

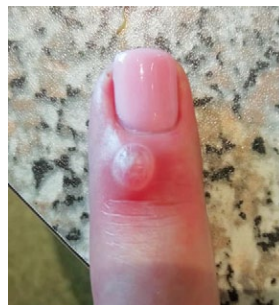
У большинства пациентов в обеих группах — 60 (96,7%) — МК были расположены на тыльной поверхности пальца в проекции дистального межфалангового сустава или дистальной фаланги, из них 41 (66,1%) МК находилась в околоногтевой или подногтевой области с деформацией ногтевой пластинки.

У пациентов обеих групп наиболее часто МК локализовалась на II и III пальцах: 1-я группа: II палец — 15 (50,0%) пациентов, III палец — 10 (33,33%); 2-я группа: II и III пальцы — по 12 (37,5%) пациентов. Гораздо реже были поражены I и IV пальцы. В 1-й группе: I палец — 3 (9,38%) пациента, IV палец — 2 (6,66%); 2-я группа: I — 6 (18,75%) пациентов, IV палец — 2 (6,25%).

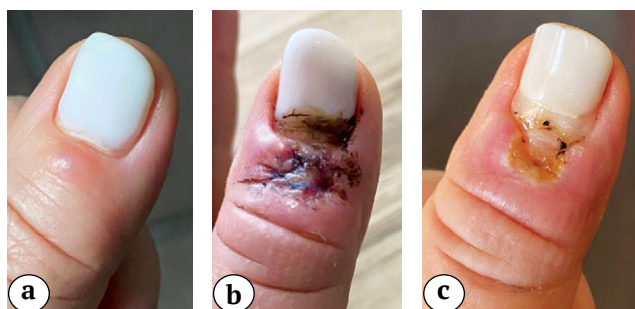
У пациентов 1-й группы МК представляли собой единичные овальной или округлой формы образования размером от 0,3 до 10,0 мм в диаметре, мягкоэластической консистенции, покрытые истонченной кожей, имеющие вид прозрачного пузырька, заполненного жидкостью (рис. 1).

Во 2-й группе в результате некорректного лечения до обращения в клинику у 26 (81,25%) пациентов отмечались трофические изменения в зоне расположения кисты, в 14 (43,75%) случаях произошла значительная деформация ногтя (рис. 2). Мокнущая рана с выделением прозрачной мукозной жидкости была выявлена у 7 (21,875%) пациентов.

Пациентам обеих групп рентгенография выполнялась в двух (при необходимости — в трех) проекциях. Для обнаружения остеофита 4 (6,4%) пациентам выполняли полипозиционную рентгенографию. В результате у всех пациентов были обнаружены признаки деформирующего артроза заинтересованного сустава и наличие единичного (36 (58%)) или множественных (22 (35,4%)) остеофитов (рис. 3, 4). Кроме того, у 48 (77,4%) пациентов было множественное поражение суставов пальцев кисти (межфаланговых и пястнофаланговых) деформирующим артрозом, у 32 (51,6%) был выявлен ризартроз и у 46 (74,1%) — признаки артроза кистевого сустава.



**Рис. 1.** Мукозная киста II пальца левой кисти в проекции дистального межфалангового сустава  
**Fig.1.** Mucous cyst of the II finger in the area of the distal interphalangeal joint



**Рис. 2.** Мукозная киста I пальца левой кисти в проекции дистального межфалангового сустава. Рецидив после оперативного вмешательства, выполненного до обращения в клинику:  
а — мукозная киста I пальца в проекции межфалангового сустава до обращения за медицинской помощью; б — через 2 нед. после операции в клинику X — дефект кожи после иссечения МК (фото а и б выполнены самостоятельно); с — через 6 мес. после операции в клинику X

**Fig. 2.** Mucous cyst of the thumb in the area of the distal interphalangeal joint. Recurrence after the surgery performed prior to the referral to the clinic:  
a — mucous cyst of the thumb in the area of the interphalangeal joint before treatment;  
b — 2 weeks after the surgery performed in the clinic X — skin defect after mucous cyst excision (a and b photos are self-taken); 6 months after the surgery in the clinic X



**Рис. 3.** Мукозная киста III пальца, рецидив после оперативного вмешательства, выполненного до обращения в клинику

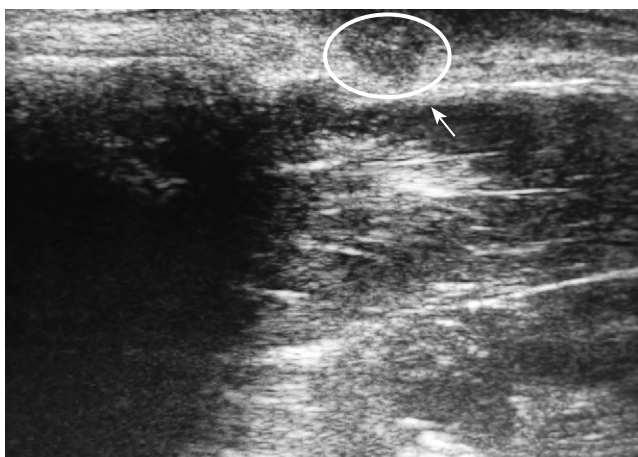
**Fig. 3.** Mucous cyst of the III finger, recurrence after the surgery performed prior to the referral to the clinic



**Рис. 4.** Рентгенография III пальца в прямой (визуализируется остеофит ногтевой фаланги) и боковой проекции; рецидив после оперативного вмешательства, выполненного до обращения в клинику

**Fig. 4.** X-ray of the III finger in the AP (osteophyte of the nail phalanx is visible) and lateral views; recurrence after the surgery performed prior to the referral to the clinic

Техника УЗИ при МК соответствовала разработанным нами правилам исследования объемных образований: сканирование выполнялось в двух обязательных проекциях (поперечной и продольной — относительно оси фаланги пальца) и произвольных (относительно оси объемного образования) [3]. При УЗИ МК имели вид дополнительного объемного однокамерного образования округлой или овальной формы с четкими ровными контурами. Стенка МК имела вид эхогенной полосы. У 14 (22,5%) пациентов с рецидивами МК были двухкамерными. Структура МК визуализировалась как однородная анэхогенная (т.е. «жидкостная»), в 42 (67,7%) случаев после попыток лечения в виде раздавливания или пункции МК имели эхогенные включения. Исследование ногтевой фаланги у всех



пациентов позволяло определить неровную и нечеткую линию надкостницы с выбуханием в виде остеофита и деформацию суставной щели дистального межфалангового сустава, проксимального межфалангового сустава, межфалангового сустава I пальца (признаки деформирующего остеоартроза). Во всех случаях ножка МК исходила из полости соответствующего межфалангового сустава в зоне расположения остеофита (рис. 5).

Всем пациентам обеих групп было выполнено оперативное лечение: иссечение пораженной кожи над МК, иссечение кисты, включая ее ножку, удаление остеофита соответствующей фаланги, а также пластика дефекта кожи, образовавшегося после иссечения кисты местными тканями (сформированным ротируемым кожным лоскутом). Операция выполнялась под проводниковой анестезией в дистальной трети предплечья. Жгут накладывался в верхней трети предплечья. Оперативное вмешательство включало два этапа.

Первый этап операции — иссечение кисты и остеофита (рис. 6). Выполняли разрез кожи в окружности МК в пределах здоровых тканей в виде эллипса. Далее разрез продолжали проксимально по тыльно-боковой поверхности средней и основной фаланг. Протяженность разреза определяли в зависимости от размера дефекта, образованного после иссечения кожи вокруг кисты. При большом дефекте продольный разрез в проксимальной трети основной фаланги продолжали в поперечном направлении по ее тыльной поверхности. Кисту вместе с истонченной кожей над ней иссекали. При проникновении кисты под ногтевую пластинку производили ее краевую резекцию (зона резекции ограничивается небольшим участком, расположенным над кистой). МК в большинстве случаев внедряются под край сухожилия разгибателя, поэтому для их выделения край сухожилия несколько приподнимали. МК выделяли до зоны проникновения в полость сустава и иссекали вместе с краевой зоной суставной капсулы. При признаках повреждения сухожилия разгибателя вследствие сдавления кистой (неровный край, краевой дефект) выполняли краевое щадящее иссечение его поврежденных волокон. Следует

**Рис. 5.** Мукозная киста III пальца, рецидив после оперативного вмешательства. Ультрасонография: выделенный фрагмент — полость мукозной кисты с ножкой из дистального межфалангового сустава

**Fig. 5.** Mucous cyst of the III finger, recurrence after the surgery. Ultrasonography: the circled area shows a cavity of a mucous cyst with a pedicle from the distal interphalangeal joint

подчеркнуть, что выделение кисты проводили крайне осторожно, чтобы не допустить повреждения ее стенки (МК тесно спаяны с окружающими тканями, а их стенка очень тонкая). В завершении первого этапа оперативного вмешательства выделяли и иссекали остеофит (или несколько остеофитов).

Второй этап операции включал кожную пластику местными тканями (рис. 7). Для этого отсепарованный кожный лоскут несколько ротировали и перемещали в дистальном направлении для

закрытия дефекта, и накладывали швы. При этом учитывали, что размеры лоскута должны быть достаточны для закрытия дефекта без натяжения. Операцию заканчивали промыванием раны растворами антисептиков, выполняли гемостаз. Накладывали асептическую повязку с фиксацией пальца на мягком валике. Иссеченные ткани направляли на гистологическое исследование.

Гистологическое исследование в 100% случаев подтвердило диагноз.



**Рис. 6.** Первый этап операции — иссечение МК и остеофита:

а — разрез кожи по окружности кисты в пределах здоровых тканей в виде эллипса и далее проксимально по тыльно-боковой поверхности средней и основной фаланг;

б — иссечение МК вместе с истонченной кожей над ней

**Fig. 6.** The first stage of surgery — mucous cyst and osteophyte excision:

а — elliptical skin incision around the cyst within healthy tissues extended proximally along the dorsolateral surface of the middle and main phalanges;

б — mucous cyst excision along with the thin skin over it



**Рис. 7.** Второй этап операции:

а — отсепарированный кожный лоскут ротирован и перемещен в дистальном направлении;

б — дефект закрыт кожным лоскутом, наложены швы на рану

**Fig. 7.** The second stage of surgery:

а — the dissected skin flap is rotated and transferred distally;

б — the defect is closed with the skin flap; the wound is sutured

Реабилитация пациентов с МК в раннем послеоперационном периоде включала возвышенное положение кисти, локальное охлаждение, перевязки один раз в 2–3 дня; снятие швов через 14 дней после операции. Шинирование (на мягком марлевом валике) продолжалось 2–3 сут., дозированную ЛФК начинали с первых дней после операции. Со 2-го дня после операции начинали легкие движения в межфаланговых суставах заинтересован-

ного пальца — сгибание до 45°, постепенно угол сгибания увеличивали. Полный объем движений стремились достигнуть через 5–7 дней. После снятия швов назначали солевые ванночки, ЛФК, физиотерапевтические процедуры (магнитотерапия, лазеротерапия, фонофорез с противовоспалительными лекарственными средствами, исключая методы с использованием интенсивного теплового эффекта).



Результаты лечения оценивали у пациентов обеих групп. В 1-е сут. после операции выполняли контрольную рентгенографию. У всех пациентов было установлено отсутствие остеофита, на котором до операции располагалась МК. Далее пациентов обследовали через 2 мес., 6 мес. и 1 год (рис. 8). Функцию оперированного пальца определяли по углу сгибания и разгибания фаланг пальцев кисти.



**Рис. 8.** Результат лечения через 2 мес. после операции  
**Fig. 8.** Treatment result 2 months after surgery

Динамика интенсивности болевого синдрома и ограничения функции отражены в таблице 2.

Внутри групп для оценки статистически значимых различий показателей ВАШ, QuickDASH, объема движений до и после операции был использован критерий Уилкоксона. В обеих группах хирургическое лечение способствовало улучшению рассматриваемых показателей, а именно

уменьшился болевой синдром, улучшилась функция кисти (во все периоды оценки  $p < 0,05$ ). Между группами 1 и 2 для оценки статистически значимых различий показателей ВАШ, QuickDASH, объема движений до после операции был использован критерий Манна – Уитни: статистически значимая разница по ВАШ была между группами 1 и 2 в сроки 2 мес. после операции ( $p = 0,000$ ), болевой синдром в большей мере был выражен в группе 2 через 6 и 12 мес. ( $p > 0,05$ ), что указывает на отсутствие статистически значимых различий с 6-го мес. после операции в обеих группах. Во все периоды показатели групп 1 и 2 статистически значимо различались по QuickDASH и объему движений ( $p < 0,05$ ), во 2-й группе восстановление функции происходило длительное.

У всех пациентов обеих групп достигнуто полноценное приживление кожного лоскута, полное восстановление объема движений по сравнению с контралатеральной конечностью, болевой синдром купирован, рецидивов не выявлено.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ клинического материала продемонстрировал, что пациенты с МК первично обращаются к врачам самых разных специальностей: хирургам, дерматологам, травматологам-ортопедам общего профиля, к пластическим хирургам и кистевым хирургам, являющимся профильными специалистами в отношении этой патологии.

Таблица 2

### Результаты хирургического лечения пациентов обеих групп, Ме [Q1; Q3]

Критерий оценки результата лечения				
ВАШ				
Группа	До операции $p = 0,968$	Через 2 мес. $p = 0,000$	Через 6 мес. $p = 0,541$	Через 12 мес. $p = 0,665$
1	6 [5; 6]	3 [1; 2]; $p = 0,000$	1 [1; 2]; $p = 0,000$	0 [0; 1]; $p = 0,000$
2	5,5 [5; 6]	3 [3; 4]; $p = 0,000$	1 [1; 2]; $p = 0,000$	0 [0; 1]; $p = 0,000$
QuickDASH				
Группа	До операции $p = 0,000$	Через 2 мес. $p = 0,000$	Через 6 мес. $p = 0,000$	Через 12 мес. $p = 0,000$
1	49 [48; 51]	28 [26; 32] $p = 0,000$	18 [17; 19] $p = 0,000$	15 [14; 16] $p = 0,000$
2	55 [54; 57]	37,5 [36; 39] $p = 0,000$	25 [23,5; 26] $p = 0,000$	18 [17; 18] $p = 0,000$
Объем движений в заинтересованном суставе, град.				
Группа	До операции $p = 0,001$	Через 2 мес. $p = 0,000$	Через 6 мес. $p = 0,000$	Через 12 мес. $p = 0,032$
1	36,5 [33; 40]	67 [65; 69] $p = 0,000$	70 [68; 71] $p = 0,000$	70 [69; 72] $p = 0,000$
2	32 [28; 36,5]	60 [57,5; 62] $p = 0,000$	65 [63; 67] $p = 0,000$	69 [68; 70,5] $p = 0,000$

Данные клинического обследования показали высокую специфичность клинической картины МК, включающей следующие признаки:

- наличие объемного образования, покрытого истонченной кожей (что придает ему вид прозрачного пузырька, заполненного жидкостью);
- типичное расположение на тыльной поверхности пальца в проекции дистального межфалангового сустава, в околоногтевой или подногтевой области, реже — в проекции проксимального межфалангового сустава;
- истонченная кожа над кистой легко повреждается с образованием мокнущей раны с выделением прозрачной мукозной жидкости;
- МК, расположенная близко к ногтевой пластинке, может сдавливать ноготь, деформируя его и ногтевое ложе.

Основное условие хорошего результата лечения МК (как и всех мягкотканых опухолей и опухолеподобных образований кисти) — своевременная и адекватная диагностика [6, 12, 15]. Однако анализ оказания помощи пациентам 2-й группы при первичном обращении продемонстрировал большое количество ошибок диагностики и лечения, включающих неадекватные манипуляции или паллиативные оперативные вмешательства, что свидетельствует о низкой информированности медицинских работников об этой патологии.

Несмотря на специфичность клинической картины МК, диагностический алгоритм при этой патологии должен включать дополнительные методы диагностики. Результаты клинических анализов для МК, как и для всех доброкачественных опухолей и опухолеподобных образований кисти, неспецифичны [17, 18, 19]. Традиционные дооперационные морфологические исследования, такие как мазки-отпечатки и пункционная биопсия, противопоказаны в связи с недопустимостью повреждения стенки кисты (поскольку это непременно приводит к образованию незаживающей раны) и низкой достоверностью [3]. Но так как, по данным литературы [1, 2, 3] и собственным наблюдениям, МК образуются на суставах, пораженных деформирующим артрозом с образованием остеофитов и последующей мукоидной перестройкой периартикулярной соединительной ткани, алгоритм диагностики в обязательном порядке должен включать рентгенографию, выявляющую важнейшие элементы дифференциальной диагностики МК:

- связь с соответствующим межфаланговым суставом;
- наличие дегенеративно-дистрофических изменений в нем (признаков деформирующего артроза);
- обязательное присутствие остеофита.

Недооценка рентгенографии как обязательного метода исследования с целью выявления остеофита, по нашему мнению, связана с тем, что для выявления остеофита не всегда достаточно рентгенографии, выполненной в двух и даже трех проекциях. В ряде случаев у пациентов с клиническими признаками МК необходимо исследовать сустав во всех проекциях, то есть выполнить полипозиционную рентгенографию.

Мягкотканная природа МК определяет необходимость исследования этого образования с помощью ультразвукографии. МК визуализируется как объемное образование округлой или овальной формы анэхогенной структуры (возможны эхогенные включения). Ножка кисты направляется в полость сустава и заканчивается в зоне деформации линии надкостницы дистальной или (при расположении МК в проекции проксимального межфалангового сустава) средней фаланги пальца, что объясняется наличием остеофита [3, 5, 18].

Таким образом, клиническое обследование позволяет выявить признаки МК, что является основанием для назначения пациенту рентгенографии и ультразвукографии. Совокупность специфических клинических, рентгенологических и ультразвукографических признаков позволяет у всех пациентов установить диагноз МК [20, 21].

В доступных литературных источниках (и в наших наблюдениях) нет указаний на возможность инволюции МК, в отличие от синовиальных кист (гигром и ганглиев) [22]. Увеличиваясь в размерах, МК приводят к усилению болевого синдрома, стенка МК больших размеров легко подвергается повреждению с образованием длительно незаживающей раны с возможным инфицированием. Кроме того, чем больше величина МК, тем больше требуемый размер кожного лоскута для закрытия дефекта кожи после ее иссечения [23, 24].

Манипуляции в виде пункции кисты, снятия истонченной кожи над кистой, воздействия химическими агентами с целью прижигания при МК недопустимы ввиду развития рецидивов и осложнений: трофические изменения, дерматиты, гнойные осложнения, грибковое поражение. Выполнение нерадикальных оперативных вмешательств без иссечения остеофита (источника образования МК) приводит к развитию рецидива. Иссечение МК без кожной пластики с сохранением дефекта кожи также приводит к рецидиву МК и трофическим изменениям в зоне операции [3].

Исходя из результатов лечения пациентов обеих групп, единственно правильным методом лечения МК является оперативный, что соответствует мнению ряда авторов [3, 14, 15].



Радикальная операция должна включать:

- полное иссечение МК с ее содержимым;
- иссечение остеофита фаланги пальца, на котором сформирована киста;
- формирование Г-образного или П-образного (в зависимости от размеров дефекта) кожного лоскута на тыльной поверхности пальца (дистально, средней и проксимальной фаланг);
- закрытие дефекта кожи с помощью сформированного лоскута.

При выполнении радикальных оперативных вмешательств по поводу рецидивов МК, включающих иссечение остеофита и кожную пластину, восстановительный период является более продолжительным.

Послеоперационное гистологическое исследование при МК, как и при всех объемных образованиях, по нашему мнению, обязательно.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

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

**Этическая экспертиза.** Не применима.

**Информированное согласие на публикацию.** Авторы получили письменное согласие пациентов на публикацию медицинских данных и изображений.

## ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Jabbour S., Kechichian E., Haber R., Tomb R., Nasr M. Management of digital mucous cysts: a systematic review and treatment algorithm. *Int J Dermatol.* 2017;56(7): 701-708. doi: 10.1111/ijd.13583.
2. Kim E.J., Huh J.W., Park H.J. Digital Mucous Cyst: A Clinical-Surgical Study. *Ann Dermatol.* 2017;29(1): 69-73. doi: 10.5021/ad.2017.29.1.69.
3. Salasche S.J. Myxoid cysts of the proximal nail fold: a surgical approach. *J Dermatol Surg Oncol.* 1984;10(1): 35-39. doi: 10.1111/j.1524-4725.1984.tb01170.x.
4. Чуловская И.Г., Егиазарян К.А., Скворцова М.А., Лобачев Е.В. Ультразвуковая диагностика синовиальных кист кисти и лучезапястного сустава. *Травматология и ортопедия России.* 2018;24(2):108-116. doi: 10.21823/2311-2905-2018-24-2-108-116. Chulovskaya I.G., Egiazaryan K.A., Skvortsova M.A., Lobachev E.L. Ultrasound diagnostics of synovial cysts of the hand and wrist. *Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2018;24(2): 108-116. doi: 10.21823/2311-2905-2018-24-2-108-116. (In Russian).
5. Wolfe S.W., Pederson W.C., Kozin S.H. Green's Operative Hand Surgery. Elsevier Health Sciences; 2010. 2392 p.
6. Rizzo M., Beckenbaugh R.D. Treatment of mucous cysts of the fingers: review of 134 cases with minimum 2-year follow-up evaluation. *J Hand Surg Am.* 2003;28(3):519-524. doi: 10.1053/jhsu.2003.50088.
7. Al-Hourani K., Gamble D., Armstrong P., O'Neill G., Kirkpatrick J. The Predictive Value of Ultrasound Scanning in Certain Hand and Wrist Conditions. *J Hand Surg Asian Pac Vol.* 2018;23(1):76-81. doi: 10.1142/S2424835518500108.
8. Thiemer K.D. *MasterCases: Hand and Wrist Surgery.* Thieme; 2004. 581 p.
9. Sobanko J.F., Dagum A.B., Davis I.C., Kriegel D.A. Soft tissue tumors of the hand. 1. Benign. *Dermatol Surg.* 2007;33(6):651-667. doi: 10.1111/j.1524-4725.2007.33140.x.
10. Blume P.A., Moore J.C., Novicki D.C. Digital mucoid cyst excision by using the bilobed flap technique and arthroplastic resection. *J Foot Ankle Surg.* 2005;44(1): 44-48. doi: 10.1053/j.jfas.2004.11.009.
11. Kuwano Y., Ishizaki K., Watanabe R., Nanko H. Efficacy of diagnostic ultrasonography of lipomas, epidermal cysts, and ganglions. *Arch Dermatol.* 2009;145(7): 761-764. doi: 10.1001/archdermatol.2009.61.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, причиной рецидивов мукозной кисты являются ошибки диагностики и лечения. Пациентов с мукозной кистой должны лечить кистевые хирурги (травматологи-ортопеды), обладающие углубленным знанием этой патологии. Диагностический алгоритм должен включать ультразвукографию и рентгенографию. Единственно правильным методом лечения является хирургический. При выполнении оперативного вмешательства необходимо не только иссечь кисту, но и выполнить пластику дефекта кожи местными тканями после иссечения кисты и удаления остеофита, на основании которого она расположена. Реабилитация пациентов с мукозной кистой с первых дней после операции должна включать дозированную ЛФК. При правильно выбранной тактике лечения, своевременно выполненной операции и правильном ведении пациента в период реабилитации прогноз заболевания является благоприятным.

## DISCLAIMERS

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

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

**Ethics approval.** Not applicable.

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

12. Наумов А.В., Воробьева Н.М., Ховасова Н.О., Мороз В.И., Мешков А.Д., Маневич Т.М. и др. Распространенность остеоартрита и его ассоциации с гериатрическими синдромами у лиц старше 65 лет: данные российского эпидемиологического исследования ЭВКАЛИПТ. *Терапевтический архив*. 2021;93(12):1482-1490. doi: 10.26442/00403660.2021.12.201268. Naumov A.V., Vorobyeva N.M., Khovasova N.O., Moroz V.I., Meshkov A.D., Manevich T.M. et al. The prevalence of osteoarthritis and its association with geriatric syndromes in people over 65: data from the Russian epidemiological study EVKALIPT. *Ter Arkh*. 2021;93(12):1482-1490. doi: 10.26442/00403660.2021.12.201268. (In Russian).
13. Kim J.Y., Lee J. Considerations in performing open surgical excision of dorsal wrist ganglion cysts. *Int Orthop*. 2016;40(9):1935-1940. doi: 10.1007/s00264-016-3213-4.
14. Kuliński S., Gutkowska O., Mizia S., Gosk J. Ganglions of the hand and wrist: Retrospective statistical analysis of 520 cases. *Adv Clin Exp Med*. 2017;26(1):95-100. doi: 10.17219/acem/65070.
15. Epstein E. A simple technique for managing digital mucous cysts. *Arch Dermatol*. 1979;115:1315-1316.
16. Mahdavian Delavary B., Cremers J.E., Ritt M.J. Hand and wrist malpractice claims in The Netherlands: 1993-2008. *J Hand Surg Eur Vol*. 2010;35(5):381-384. doi: 10.1177/1753193409355735.
17. Егизарян К.А., Магдиев Д.А. Анализ оказания специализированной медицинской помощи больным с повреждениями и заболеваниями кисти в городе Москва и пути ее оптимизации. *Вестник травматологии и ортопедии им Н.Н. Приорова*. 2012;19(2):8-12. doi: 10.17816/vto2012028-12.
- Egiazaryan K.A., Magdiev D.A. The analysis of rendering of specialized medical care by the patient with damages and hand diseases to the city of Moscow and ways of its optimization. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2012;19(2):8-12. doi: 10.17816/vto2012028-12. (In Russian).
18. Longhurst W.D., Khachemoune A. An unknown mass: the differential diagnosis of digit tumors. *Int J Dermatol*. 2015;54(11):1214-1225. doi: 10.1111/ijd.12980.
19. Starr H.M. Jr, Sedgley M.D., Means K.R., Murphy M.S. Ultrasonography for Hand and Wrist Conditions. *J Am Acad Orthop Surg*. 2016;24(8):544-554. doi: 10.5435/JAAOS-D-15-00170.
20. Chen I.J., Wang M.T., Chang K.V., Liang H.W. Ultrasonographic images of the hand in a case with early eosinophilic fasciitis. *J Med Ultrason* (2001). 2018;45(4):641-645. doi: 10.1007/s10396-018-0872-3.
21. Vanmierlo B., Vandekerckhove B., DE Houwer H., Decramer A., VAN Royen K., Goubau J. Digital mucous cysts of the finger without osteoarthritis: optimizing outcome of long needle trajectory aspiration and injection. *Acta Orthop Belg*. 2023;89(2):249-252. doi: 10.52628/89.2.11582.
22. Chen C.E., Wang T.H. A Modified Type III Keystone Flap for Digital Mucous Cyst of the Eponychium. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2022;10(12):e4715. doi: 10.1097/GOX.0000000000004715.
23. Kasdan M.L., Stallings S.P., Leis V.M., Wolens D. Outcome of surgically treated mucous cysts of the hand. *J Hand Surg Am*. 1994;19(3):504-507. doi: 10.1016/0363-5023(94)90071-X.
24. Kanaya K., Wada T., Iba K., Yamashita T. Total dorsal capsulectomy for the treatment of mucous cysts. *J Hand Surg Am*. 2014;39(6):1063-1067. doi: 10.1016/j.jhsa.2014.03.004.

#### Сведения об авторах

✉ Чуловская Ирина Германовна — д-р мед. наук  
Адрес: Россия, 117997, г. Москва, ул. Островитянова, д. 1  
<https://orcid.org/0000-0002-0126-6965>  
e-mail: igch0906@mail.ru

Егизарян Карен Альбертович — д-р мед. наук, профессор  
<https://orcid.org/0000-0002-6680-9334>  
e-mail: egkar@mail.ru

Космынин Владимир Сергеевич  
<https://orcid.org/0000-0002-1006-4628>  
e-mail: dr.kosmynin@gmail.com

Жаров Дмитрий Сергеевич  
<https://orcid.org/0000-0002-3876-6832>  
e-mail: dr.zharov@internet.ru

Титов Алексей Анатольевич  
<https://orcid.org/0009-0000-4387-1154>  
e-mail: malan97@mail.ru

#### Authors' information

✉ Irina G. Chulovskaya — Dr. Sci. (Med.)  
Address: 1, Ostrovityanova st., Moscow, 117997, Russia  
<https://orcid.org/0000-0002-0126-6965>  
e-mail: igch0906@mail.ru

Karen A. Egiazaryan — Dr. Sci. (Med.), Professor  
<https://orcid.org/0000-0002-6680-9334>  
e-mail: egkar@mail.ru

Vladimir S. Kosmynin  
<https://orcid.org/0000-0002-1006-4628>  
e-mail: dr.kosmynin@gmail.com

Dmitriy S. Zharov  
<https://orcid.org/0000-0002-3876-6832>  
e-mail: dr.zharov@internet.ru

Aleksey A. Titov  
<https://orcid.org/0009-0000-4387-1154>  
e-mail: malan97@mail.ru

## Кросс-культурная адаптация и валидация русскоязычной версии Michigan Hand Outcomes Questionnaire

А.Р. Миронов<sup>1</sup>, А.С. Демин<sup>1</sup>, Л.А. Родоманова<sup>1</sup>, Н.В. Абдиба<sup>1</sup>, М.Д. Ушаков<sup>2</sup>,  
К. Плотниковс<sup>3</sup>, Е. Мовчанс<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> ООО «Лахта Клиника», г. Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> Рижская восточная клиническая университетская больница, г. Рига, Латвия

### Реферат

**Актуальность.** Michigan Hand Outcomes Questionnaire (МНQ) — одна из наиболее часто используемых специализированных шкал для оценки пациентами состояния кисти и запястья. Однако до настоящего времени шкала не была валидирована на русский язык.


**Цель** — валидация и кросс-культурная адаптация русскоязычной версии опросника МНQ для пациентов с заболеваниями кисти.


**Материал и методы.** Валидация и культурная адаптация проводилась в несколько этапов: прямой перевод, обратный перевод, формирование предварительной версии, пилотное тестирование (претестинг), формирование окончательной версии, с помощью которой были опрошены 50 пациентов, из них — 29 мужчин (58%) и 21 женщина (42%), средний возраст которых составил 52,7 (25–84) лет. Далее была проведена оценка психометрических свойств опросника: валидность, эффекты «потолка» и «пола», внутреннее соответствие ( $\alpha$  Кронбаха), воспроизводимость, заполняемость. Пациенты заполняли опросник МНQ при первичном обращении к травматологу-ортопеду и повторно на следующий день. Воспроизводимость оценивалась с помощью коэффициента внутриклассовой корреляции (ICC — intra-class correlation coefficient). Валидность оценивалась путем изучения взаимосвязи результатов исследуемого опросника с результатами валидированного в России опросника DASH.

**Результаты.** В рамках исследования была получена оценочная шкала с хорошими психометрическими свойствами: валидность — 0,726;  $p < 0,001$ ;  $\alpha$  Кронбаха  $> 0,9$ ; 95% ДИ (0,65–0,97); воспроизводимость — 0,92 (0,87–0,96); заполняемость — 100%; эффект «потолка» наблюдался в 42 вопросах — 1–20, 22–27, 35, 37, 38, 42, 46–57, эффект «пола» — в 13 вопросах — 17, 20, 28–32, 39–41, 43–45.

**Заключение.** Результаты исследования валидности и ретестовой надежности русскоязычной версии шкалы МНQ свидетельствуют о том, что она является надежным и достоверным инструментом оценки функции, боли, эстетического компонента и общей удовлетворенности пациентов состоянием кисти и запястья, которая может широко использоваться отечественными исследователями в практической и научной деятельности.

**Ключевые слова:** Michigan Hand Outcomes Questionnaire, МНQ, русскоязычная версия, языковая и культурная адаптация опросника, повреждения и заболевания кисти.

 **Для цитирования:** Миронов А.Р., Демин А.С., Ушаков М.Д., Родоманова Л.А., Абдиба Н.В., Плотниковс К., Мовчанс Е. Кросс-культурная адаптация и валидация русскоязычной версии Michigan Hand Outcomes Questionnaire. *Травматология и ортопедия России*. 2024;30(1):25–31. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-17410>.

 **Артем Романович Миронов;** e-mail: [ortopedix@yandex.ru](mailto:ortopedix@yandex.ru)

Рукопись получена: 04.11.2023. Рукопись одобрена: 04.03.2024. Статья опубликована онлайн: 14.03.2024.

© Миронов А.Р., Демин А.С., Ушаков М.Д., Родоманова Л.А., Абдиба Н.В., Плотниковс К., Мовчанс Е., 2024

## The Russian Version of the Michigan Hand Outcomes Questionnaire: Cross-Cultural Adaptation and Validation

Artem R. Mironov<sup>1</sup>, Aleksandr S. Demin<sup>1</sup>, Lyubov A. Rodomanova<sup>1</sup>, Nino V. Abdiba<sup>1</sup>, Maksim D. Ushakov<sup>2</sup>, Konstantins Plotnikovs<sup>3</sup>, Jevgenijs Movcans<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup> Lahta Clinic, St. Petersburg, Russia

<sup>3</sup> Riga East Clinical University Hospital, Riga, Latvia

### Abstract

**Background.** The Michigan Hand Outcomes Questionnaire (MHQ) is one of the most commonly used specialized scales to assess function, pain, aesthetic component, and overall patient satisfaction with their hands and wrists. However, to date, the scale has not been validated into Russian.

**Aim of the study** — validation and cross-cultural adaptation of the Russian-language version of the questionnaire for patients with hand diseases MHQ.

**Methods.** Validation and cultural adaptation were carried out in several stages: forward translation, back translation, formation of a preliminary version, pilot testing (pretesting), formation of the final version, with the help of which 50 patients were interviewed, of which 29 men (58%) and 21 women (42%), whose average age was 52.72 (25–84) years. Next, the psychometric properties of the questionnaire were assessed: validity, ceiling and floor effects, internal consistency (Cronbach's  $\alpha$ ), reproducibility, completion rate. Patients completed the MHQ questionnaire upon initial visit to an orthopedic traumatologist and again the next day. Reproducibility was assessed using the intra-class correlation coefficient (ICC). Validity was assessed by studying the relationship between the results of the questionnaire under study and the results of the DASH questionnaire validated in Russia.

**Results.** As part of the study, a rating scale was obtained with good psychometric properties: validity — 0.726,  $p < 0.001$ ; Cronbach's  $\alpha > 0.9$ , 95% CI (0.65–0.97); reproducibility — 0.92 (0.87–0.96); occupancy rate — 100%; the ceiling effect is observed in 42 questions 1–20, 22–27, 35, 37, 38, 42, 46–57, the floor effect in 13 questions — 17, 20, 28–32, 39–41, 43–45.

**Conclusions.** The results of the study of the validity and retest reliability of the Russian version of the MHQ scale indicate that it is a reliable and reliable tool for assessing the function, pain, aesthetic component and overall satisfaction of patients with respect to their hands and wrists, which can be widely used by domestic researchers in practical and scientific activities.

**Keywords:** Michigan Hand Outcomes Questionnaire, MHQ, Russian-language version, questionnaire cross-cultural adaptation, injuries and disorders of the hand.

**Cite as:** Mironov A.R., Demin A.S., Rodomanova L.A., Abdiba N.V., Ushakov M.D., Plotnikovs K., Movcans J. The Russian Version of the Michigan Hand Outcomes Questionnaire: Cross-Cultural Adaptation and Validation. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2024;30(1):25–31. (In Russian). <https://doi.org/10.17816/2311-2905-17410>.

✉ Artem R. Mironov; e-mail: ortopedix@yandex.ru

Submitted: 04.11.2023. Accepted: 04.03.2024. Published Online: 14.03.2024.

© Mironov A.R., Demin A.S., Rodomanova L.A., Abdiba N.V., Ushakov M.D., Plotnikovs K., Movcans J., 2024

## ВВЕДЕНИЕ

По современным данным, кисть — наиболее травмируемый сегмент конечности в структуре общего травматизма опорно-двигательного аппарата [1]. Лечение подобных повреждений для кистевых хирургов осложняется необходимостью проследить связь между объемом и характером вмешательства и последующими проблемами пациента, влияющими на качество его жизни [2]. И хотя качество жизни не может быть оценено объективно, существуют различные инструменты оценки, такие как опросники, разработанные специально для таких случаев. Эти инструменты должны быть корректно переведены, адаптированы, валидированы и протестированы [3]. Невыполнение этих условий может привести к ошибочной интерпретации данных и формированию неполноценной статистической картины. Кроме того, проведение опроса пациентов посредством специальных анкет дает представление о разных аспектах качества жизни, так как субъективное мнение пациента о его состоянии здоровья может отличаться от суждения медицинского персонала, особенно это касается болевого синдрома. Опросники помогают выявить эти отличия в рутинной клинической практике и улучшить качество медицинской помощи и ухода [4].

На данный момент для русскоязычных специалистов адаптирован и валидирован только один опросник для оценки функции верхней конечности — DASH (Disability of Arm, Shoulder and Hand) [5]. При всех положительных качествах этого инструмента, и несмотря на многолетний опыт его использования, приходится признать его неспецифичность и недостаточную чувствительность относительно патологий кисти, запястья, пальцев.

Для получения качественной обратной связи, улучшения медицинского ухода и качества лечения особенно важно использовать высокочувствительный, надежный и валидный опросник. Примером последнего может служить Мичиганский опросник для пациентов с заболеваниями кисти — Michigan Hand Outcomes Questionnaire (MHQ), предложенный в 1998 г. K. Chi Chung с соавторами [6]. Достоинствами опросника являются его простота и возможность заполнения пациентом самостоятельно. MHQ был переведен, адаптирован и валидирован на разных языках: шведском [7], малайском [8], финском [9], итальянском [10], польском [11], турецком [12], немецком [13] и нидерландском [14].

Для применения данного опросника в отечественной клинической практике необходимо выполнить языковую и культурную адаптацию, представляющую собой многоступенчатый процесс

придания опроснику эквивалентности оригиналу с учетом этнолингвистических особенностей популяции [15].

*Целью* исследования является валидация и кросс-культурная адаптация русскоязычной версии опросника Michigan Hand Outcomes Questionnaire.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Процесс валидации и кросс-культурной адаптации русскоязычной версии опросника MHQ проводился в строгом соответствии с международными критериями, разработанными F. Guillemin с соавторами [4], и состоял из пяти шагов.

Шаг первый — прямой перевод.

Два носителя русского языка независимо друг от друга перевели исходную версию опросника MHQ на русский язык. Первый переводчик — травматолог-ортопед, знакомый с анкетой MHQ; второй — профессиональный переводчик, не знакомый с концепцией опросника MHQ. Оба прямых перевода подлежали сравнению. Различные и неоднозначные термины были задокументированы, обсуждены двумя переводчиками, после чего прямые переводы были объединены.

Шаг второй — обратный перевод.

Два носителя английского языка с медицинским образованием, владеющие русским языком и не знакомые с анкетой MHQ, по отдельности перевели объединенный прямой перевод на английский язык. Затем оба обратных перевода подлежали сравнению с исходной английской версией опросника, чтобы удостовериться, отражает ли переведенная версия то же содержание, что и исходная.

Шаг третий — экспертная комиссия.

Предварительный перевод был изучен четырьмя переводчиками и группой главных исследователей. Основной задачей этого этапа являлось выявление любых расхождений в значении используемой терминологии и получение наилучшего возможного перевода, которым и был предварительный вариант русскоязычной версии MHQ.

Шаг четвертый — тестирование предварительной версии MHQ.

В ходе текущего этапа с использованием предварительной версии MHQ было проведено анкетирование 30 пациентов с различной патологией кисти, госпитализированных для оперативного лечения. По окончании анкетирования все пациенты были опрошены для изучения их понимания каждого вопроса анкеты. Результаты этого этапа были повторно оценены главными исследователями, после чего была сформирована окончательная версия опросника MHQ.

Шаг пятый — тестирование финальной версии MHQ.



На заключительном этапе текущего исследования было проведено анкетирование 50 пациентов с различной патологией кисти, госпитализированных для оперативного лечения в период с января по май 2023 г. Анкетирование в соответствии с классификацией видов анкетирования являлось [16]:

- 1) по степени охвата — сплошным,
- 2) по количеству участников — групповым,
- 3) по виду вопросов — закрытым,
- 4) по способу контакта — личным,
- 5) по способу предоставления информации — на печатной основе.

Помимо непосредственного перевода была проведена адаптация пунктов опросника, касающихся наиболее распространенных национальностей и групп распределения населения РФ по доходам, а также специфики российской системы образования\*.

### Пациенты

В исследование были включены 50 пациентов: 29 мужчин (58%) и 21 женщина (42%), средний возраст которых составил 52,7 (25–84) лет (табл. 1). В исследование были включены пациенты любого пола старше 18 лет, владеющие русским языком и письмом, страдающие заболеваниями кисти и ожидающие оперативного лечения.

Таблица 1

**Характеристика пациентов по полу и возрасту (n = 50)**

Пол	Показатель
Мужчины	
абс. (%)	29 (58)
средний возраст, M±SD (min-max)	52,4±14,9 (25–79)
Женщины	
абс. (%)	21 (42)
средний возраст, M±SD (min-max)	53,1±13,4 (34–84)
Общий средний возраст, M±SD	52,7±14,04

При госпитализации пациенты заполняли финальную версию опросника MHQ и анкету DASH. DASH — это опросник из 30 пунктов-вопросов по оценке выполнения повседневных действий, болевых ощущений, общей удовлетворенности пациента верхней конечностью за прошедшую неделю.

### Статистический анализ

Статистический анализ проводился при помощи программного обеспечения: STATISTICA 12 и Microsoft Excel (2010). В исследовании оценивались следующие свойства опросника: валидность, внутреннее соответствие, воспроизводимость, эффекты «потолка» и «пола», заполняемость. Валидность рассчитывалась путем анализа силы корреляционной связи между результатами MHQ и DASH с использованием коэффициента Спирмена. Внутреннее соответствие русскоязычной версии MHQ было получено путем расчета  $\alpha$  Кронбаха. Этот критерий демонстрирует, насколько вопросы анкеты согласуются между собой и не противоречат друг другу.

Воспроизводимость русскоязычной версии MHQ измерялась путем повторной раздачи 20 пациентам опросника MHQ на следующий день после тестирования. Для анализа связи между первичным и повторным заполнением анкеты использовался коэффициент внутриклассовой корреляции (ICC).

### РЕЗУЛЬТАТЫ

#### Внутреннее соответствие

Внутреннее соответствие русской версии MHQ было получено путем вычисления  $\alpha$  Кронбаха. Данный критерий демонстрирует, насколько вопросы анкеты согласуются между собой и не противоречат друг другу. В нашем исследовании мы получили показатели  $>0,9$ ; 95% ДИ (0,65–0,97), что свидетельствует о высокой степени согласованности анкеты (табл. 2).

Таблица 2

**Внутреннее соответствие MHQ**

Раздел	Кол-во вопросов	Кисть	$\alpha$ Кронбаха
Функция	5	Правая	0,95
		Левая	0,95
Повседневная активность	5	Правая	0,97
		Левая	0,95
		Обе	0,93
Работа	5	–	0,92
Боль	5	–	0,65
Эстетика	4	Правая	0,65
		Левая	0,84
Удовлетворенность	6	Правая	0,96
		Левая	0,93

\* Федеральная служба государственной статистики. Социально-экономическое положение России. 2018.

Федеральная служба государственной статистики. Итоги всероссийской переписи населения. 2020.

Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (ред. от 17 февраля 2021 г.).

### Воспроизводимость

Воспроизводимость русскоязычной версии МНҚ измерялась методом повторной раздачи 50 пациентам идентичных экземпляров анкет на следующий день после первичного тестирования. После заполнения второй анкеты авторы использовали

коэффициент внутриклассовой корреляции для анализа связи между первичным и повторным заполнением опросника. Был получен хороший показатель 0,92 (0,87–0,96), что позволяет судить о высокой степени воспроизводимости анкеты (табл. 3, 4).

Таблица 3

Показатели МНҚ при первичном и повторном заполнении ( $n = 50$ )

Раздел	Первичное заполнение		Повторное заполнение	
	Средний балл	SD	Средний балл	SD
Функция правой кисти	72,00	29,48	71,25	30,21
Функция левой кисти	64,50	31,07	65,00	31,49
Общая функция кисти	68,25	30,13	68,12	30,62
Повседневная активность, правая кисть	78,25	32,25	78,00	32,46
Повседневная активность, левая кисть	66,25	36,80	66,50	36,78
Повседневная активность, обе кисти	59,96	29,62	57,94	31,36
Работа	57,50	26,43	56,25	28,96
Боль	61,25	25,64	61,75	25,45
Эстетика, правая кисть	34,37	21,02	33,75	20,71
Эстетика, левая кисть	45,62	27,13	47,81	27,82
Удовлетворенность, правая кисть	70,20	30,68	71,45	27,84
Удовлетворенность, левая кисть	62,08	30,22	62,91	30,25
Итого, правая кисть	59,18	13,49	59,11	13,14
Итого, левая кисть	56,45	15,32	57,07	15,81

SD — стандартное отклонение.

Таблица 4

Тест-ретест МНҚ

Раздел	Показатели	
	ICC	95% ДИ
Функция	0,82	0,73–0,89
Повседневная активность	0,89	0,75–0,93
Работа	0,83	0,71–0,91
Боль	0,86	0,78–0,90
Эстетика	0,76	0,65–0,82
Удовлетворенность	0,84	0,79–0,88
Итог	0,92	0,87–0,96

$p < 0,001$ .

### Валидность

Между значениями опросников МНҚ и DASH выявлена сильная корреляционная связь  $-0,726$  ( $p < 0,001$ ), что позволяет судить о высокой валидности исследуемого опросника.

### Эффекты «потолка» и «пола»

Эффекты «потолка» и «пола» наблюдаются в тех случаях, когда больше 15% опрошиваемых выбирают нижний или верхний вариант ответа. В числе исследуемых анкет эффект «потолка» был выявлен в 42 вопросах (1–20, 22–27, 35, 37, 38, 42, 46–57), из которых большинство относятся к пациентам с двусторонним процессом. Исходя из этого, можно сделать вывод, что пациенты с двухсторонним процессом склонны оценивать свой функциональный и болевой статус как более тяжелый, что необходимо учитывать при обработке данных. Эффект «пола» был выявлен в 13 вопросах (17, 20, 28–32, 39–41, 43–45), которые относятся к возможной нетрудоспособности пациентов или к эстетическим параметрам, вследствие чего пациенты могут намеренно занижать результаты в первом случае и относиться пренебрежительно во втором.

### Заполняемость

Всем пациентам было подробным образом разъяснено, как заполнять анкету, вследствие чего ее заполняемость составила 100%.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Высокая распространенность травматизма и заболеваний кисти в Российской Федерации и постоянно увеличивающееся количество оперативных вмешательств на дистальном отделе верхней конечности вынуждают использовать особые инструменты для оценки функции, боли и общей удовлетворенности пациента состоянием кистей. В настоящее время у русскоязычных исследователей в арсенале оценки нарушения функции кисти есть только опросник DASH, обладающий низкой специфичностью, так как включает оценку патологических состояний всей верхней конечности, что может приводить к ложной оценке функции кисти в случаях сопутствующей патологии или при последствиях множественной травмы ипсилатеральной верхней конечности. Травматологам и реабилитологам требуется надежный инструмент для выявления проблем, с которыми сталкиваются пациенты при выполнении повседневной деятельности. Для использования опросников в разных культурах пункты должны быть не только адекватно переведены с лингвистической точки зрения, но и адаптированы с учетом культурных особенностей, чтобы поддерживать содержательную значимость опросника на концептуальном уровне.

Внутренняя согласованность является важным свойством опросников, которые предназначены

для измерения одной базовой концепции с использованием нескольких элементов. Переведенная версия показала валидность, воспроизводимость, внутреннюю согласованность, сравнимую с исходной англоязычной версией опросника. Это указывает на однородность подшкал и концептуальную эквивалентность русскоязычной версии.

Нами была культурно адаптирована и валидирована русскоязычная версия опросника MHQ, которая может быть включена в рутинные протоколы обследования русскоязычных пациентов с патологиями кисти. В процессе адаптации текста были скорректированы условия проживания в Российской Федерации, этническое происхождение, доход и уровень образования в соответствии с местными реалиями.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Адаптированная русскоязычная версия анкеты Michigan Hand Outcomes Questionnaire обладает хорошими психометрическими свойствами и может быть рекомендована для оценки функции, боли, эстетического компонента и общей удовлетворенности пациентов состоянием кистей и запястий.

Полная русскоязычная версия опросника MHQ и алгоритм подсчета баллов размещены на сайте журнала в электронном варианте выпуска.

<https://doi.org/10.17816/2311-2905-17410-150495>

<https://doi.org/10.17816/2311-2905-17410-150496>

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

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

**Этическая экспертиза.** Не применима.

**Информированное согласие на публикацию.** Не требуется.

## DISCLAIMERS

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

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

**Ethics approval.** Not applicable.

**Consent for publication.** Not required.

## ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

- Maroukis B.L., Chung K.C., MacEachern M., Mahmoudi E. Hand trauma care in the United States: a literature review. *Plast Reconstr Surg.* 2016;137(1):100e-111e. doi: 10.1097/PRS.0000000000001879.
- Трошкин А.Ю. Повреждение дистального метаэпифиза лучевой кости и особенности его лечения. *Бюллетень медицинских интернет-конференций.* 2014;4(5):843.  
Troshkin A.Yu. Damage to the distal metaepiphysis of the radius and features of its treatment. *Bulletin of Medical Internet Conferences.* 2014;4(5):843. (In Russian).
- Белова А.Н., Буйлова Т.В. Шкалы, тесты и опросники в медицинской реабилитации. Москва: Антидор; 2002. 440 с.  
Belova A.N., Builova T.V., et al. Scales, tests and questionnaires in medical rehabilitation. Moscow: Antidor; 2002. 440 p. (In Russian).
- Guillemin F., Bombardier C., Beaton D. Cross-cultural adaptation of health-related quality of life measures: literature review and proposed guidelines. *J Clin Epidemiol.* 1993;46(12):1417-1432. doi: 10.1016/0895-4356(93)90142-n.
- Ягджан К.В., Абрамин Д.О., Геворгян А.М. Адаптация русской версии опросника DASH. *Анналы пластической, реконструктивной и эстетической хирургии.* 2004;4:166-167.  
Yagdzhan K.V., Abramini D.O., Gevorgyan A.M. Adaptation of the Russian version of DASH. *Annals of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery.* 2004;4:166-167. (In Russian).
- Chung K.C., Hamill J.B., Walters M.R., Hayward R.A. The Michigan Hand Outcomes Questionnaire (MHQ): assessment of responsiveness to clinical change. *Ann Plast Surg.* 1999;42(6):619-622. doi: 10.1097/0000637-199906000-00006.

7. Blomstrand J., Karlsson J., Fagevik Olsén M., Kjellby Wendt G. The Michigan Hand Outcomes Questionnaire (MHQ-Swe) in patients with distal radius fractures-cross-cultural adaptation to Swedish, validation and reliability. *J Orthop Surg Res.* 2021;16(1):442. doi: 10.1186/s13018-021-02571-7.
8. Lye J.X., Kow R.Y., Ismail R., Khalid K.A. The Malay Version of the Michigan Hand Outcomes Questionnaire: Cross-Cultural Adaptation, Validation and Reliability Testing. *J Hand Surg Asian Pac Vol.* 2021;26(2):166-179. doi: 10.1142/S2424835521500156.
9. Hulkkonen S., Repo J.P., Häkkinen A., Karppinen J., Ryhänen J. Cross-Cultural Adaptation and Validation of the Finnish Version of the Michigan Hand Outcomes Questionnaire. *Scand J Surg.* 2020;109(2):159-165. doi: 10.1177/1457496918818981.
10. Passiatore M., De Vitis R., Cilli V., Milano G., Saccomanno M.F., Cotroneo C. et al. The Italian Version of the Michigan Hand Outcomes Questionnaire (MHQ): Translation, Cross-Cultural Adaptation and Validation. *J Hand Surg Asian Pac Vol.* 2021;26(4):666-683. doi: 10.1142/S242483552150065X.
11. Koziej M., Trybus M., Mydlowska A., Sałapa K., Gniadek M., Banach M. et al. The Polish version of the Michigan Hand Outcomes Questionnaire: Cross-cultural adaptation, reliability, construct validity, and measurement error. *J Hand Surg Eur Vol.* 2018;43(2):199-208. doi: 10.1177/1753193417729579.
12. İlhanlı I., Durmus D., Oreki G. Cultural adaptation of the Michigan Hand Outcomes Questionnaire in patients with Carpal Tunnel Syndrome: A Turkish version study. *Chronic Dis Transl Med.* 2015;1(1):42-47. doi: 10.1016/j.cdtm.2015.02.011.
13. Knobloch K., Kuehn M., Papst S., Kraemer R., Vogt P.M. German standardized translation of the michigan hand outcomes questionnaire for patient-related outcome measurement in Dupuytren disease. *Plast Reconstr Surg.* 2011;128(1):39e-40e. doi: 10.1097/PRS.0b013e318218fd70.
14. van der Giesen F.J., Nelissen R.G., Arendzen J.H., de Jong Z., Wolterbeek R., Vliet Vlieland T.P. Responsiveness of the Michigan Hand Outcomes Questionnaire--Dutch language version in patients with rheumatoid arthritis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2008;89(6):1121-1126. doi: 10.1016/j.apmr.2007.10.033.
15. Beaton D.E., Bombardier C., Guillemin F., Ferraz M.B. Guidelines for the process of cross-cultural adaptation of self-report measures. *Spine (Phila Pa 1976).* 2000;25(24):3186-3189. doi: 10.1097/00007632-200012150-00014.
16. Долженко Ю.Ю., Позднякова А.С. Онлайн анкетирование как совместный и эффективный способ исследования. *Транспортное дело России.* 2015;(1):109-110. Dolzhenko Y.Y., Pozdnyakova A.S. Online questionnaire survey as a modern and effective way of research. *Transport Business in Russia.* 2015;(1):109-110. (In Russian).

#### Сведения об авторах

✉ Миронов Артем Романович

Адрес: Россия, 195427, г. Санкт-Петербург,  
ул. Академика Байкова, д. 8  
<https://orcid.org/0009-0001-9273-8680>  
e-mail: ortopedix@yandex.ru

Демин Александр Сергеевич

<https://orcid.org/0000-0001-9415-0023>  
e-mail: demin-medic@mail.ru

Ушаков Максим Дмитриевич

<https://orcid.org/0009-0005-8465-3491>  
e-mail: endergeo@mail.ru

Родоманова Любовь Анатольевна — д-р мед. наук,  
профессор

<https://orcid.org/0000-0003-2402-7307>  
e-mail: rodomanovaliubov@yandex.ru

Абдиба Нино Важаева

<https://orcid.org/0000-0001-9152-5299>  
e-mail: ninoabdiba@gmail.com

Плотников Константин

<https://orcid.org/0000-0002-6631-9343>  
e-mail: k.plotnikovs@gmail.com

Мовчанс Евгений

<https://orcid.org/0000-0003-0561-4696>  
e-mail: moridinevgen@gmail.com

#### Authors' information

✉ Artem R. Mironov

Address: 8, Akademika Baykova st., St. Petersburg, 195427,  
Russia  
<https://orcid.org/0009-0001-9273-8680>  
e-mail: ortopedix@yandex.ru

Aleksandr S. Demin

<https://orcid.org/0009-0001-9273-8680>  
e-mail: ortopedix@yandex.ru

Maksim D. Ushakov

<https://orcid.org/0009-0005-8465-3491>  
e-mail: endergeo@mail.ru

Lyubov A. Rodomanova — Dr. Sci. (Med.), Professor

<https://orcid.org/0000-0003-2402-7307>  
e-mail: rodomanovaliubov@yandex.ru

Nino V. Abdiba

<https://orcid.org/0000-0001-9152-5299>  
e-mail: ninoabdiba@gmail.com

Konstantins Plotnikovs

<https://orcid.org/0000-0002-6631-9343>  
e-mail: k.plotnikovs@gmail.com

Jevgenijs Movcans

<https://orcid.org/0000-0003-0561-4696>  
e-mail: moridinevgen@gmail.com



## Wrist Radiographic Indices and Patients' Performance Following Three Surgical Methods for Management of Distal Radius Fractures: A Randomized Single-Blind Controlled Trial

Majid Khalilizad, Farzad Ghezelsofla, Simin Mouodi, Rahmat Jokar,  
Seyed Mokhtar Esmaelnejad Ganji, Masoud Bahrami, Sekineh Kamali Ahangar, Soraya Khafri

*Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran*

### Abstract

**Background.** Distal radius fracture has been reported as the most common type of extremity fractures in adults. No treatment method has been introduced definitely for this type of fracture, especially for maintaining hand function in the best state.

**The aim of this study** — to assess the functional and radiological outcomes following three surgical methods, including external fixation, K-wire and external fixation with pinning.

**Methods.** This parallel-designed randomized controlled trial was conducted on adult patients with intra-articular fracture of distal radius. The participants were allocated in three research groups with block random sampling, and were matched for their age and gender. Primary outcome was radiographic parameters, including radial inclination, radial height, ulnar variance and dorsal/palmar tilt. Secondary outcome was the patient's performance examined with DASH and PRWE questionnaires. All participants were followed 6, 12 and 24 weeks after the surgery for evaluation of these outcomes.

**Results.** Totally, 78 patients, including 42 male and 36 female with mean age of  $46.94 \pm 11.05$  years completed the research protocol. Although the four radiologic primary endpoints were in the normal clinical range after the intervention, a significant statistical difference was observed between the three groups ( $p < 0.001$ ). Also, both DASH and PRWE score showed a significant decrease after the therapeutic interventions ( $p < 0.001$ ).

**Conclusion.** The statistically significant difference in the research outcomes of the external fixation with pinning can show that this treatment method theoretically preserves the anatomical condition better than the other two methods, and probably has better functional effects on short-term and intermediate-term results following the surgery.

**Keywords:** distal radius fracture, surgical procedures, pinning, external fixation.

Cite as: Khalilizad M., Ghezelsofla F., Mouodi S., Jokar R., Ganji S.M.E., Bahrami M., Ahangar S.K., Khafri S. Wrist Radiographic Indices and Patients' Performance Following Three Surgical Methods for Management of Distal Radius Fractures: A Randomized Single-Blind Controlled Trial. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2024;30(1):32-41.  
<https://doi.org/10.17816/2311-2905-17414>.

✉ Majid Khalilizad; e-mail: majidkhalilizad@yahoo.com

Submitted: 20.11.2023. Accepted: 13.02.2024. Published: 18.03.2024.

© Khalilizad M., Ghezelsofla F., Mouodi S., Jokar R., Ganji S.M.E., Bahrami M., Ahangar S.K., Khafri S., 2024



## Рентгенометрические показатели лучезапястного сустава и функциональные результаты хирургического лечения переломов дистального отдела лучевой кости с применением трех методик: рандомизированное контролируемое исследование

Маджид Халилизад, Фарзад Гезельсофла, Симин Муоди, Рахмат Джокар, Сейед Мохтар Эсмаэлнеджад Ганджи, Масуд Бахрами, Секине Камали Ахангар, Сорайя Хафри

*Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran*

### Реферат

**Актуальность.** Переломы дистального отдела лучевой кости являются самым распространенными среди всех переломов конечностей у взрослых. Однако до сих пор не предложено единой методики лечения данных переломов, которая обеспечивала бы наилучшую сохранность функции кисти.


**Цель исследования** — оценить функциональные и рентгенологические результаты после трех вариантов хирургического лечения: внешней фиксации, фиксации спицами и внешней фиксации в сочетании со спицами.

**Материал и методы.** В параллельное рандомизированное контролируемое исследование было включены взрослые пациенты с внутрисуставными переломами дистального отдела лучевой кости. Методом блочной рандомизации они были разделены на три группы, сопоставимые по полу и возрасту. В качестве первого критерия оценки использовались рентгенометрические параметры: лучелоктевой угол, высота шиловидного отростка лучевой кости, локтелуцевой индекс и тыльный/ладонный наклон. Вторым критерием была оценка функциональных результатов по шкалам DASH и PRWE. Контрольные осмотры пациентов проводились на сроках 6, 12 и 24 нед. после операции.

**Результаты.** На всех этапах исследования была проведена оценка функциональных результаты 78 пациентов (42 мужчины и 36 женщин), средний возраст которых составил  $46,94 \pm 11,05$  лет. Несмотря на то, что после хирургического вмешательства все четыре первичных рентгенометрических показателя были в пределах нормы, между тремя исследуемыми группами наблюдалась статистически значимая разница ( $p < 0,001$ ). Кроме того, отмечалось значительное снижение показателей по шкалам DASH и PRWE после операции ( $p < 0,001$ ).

**Заключение.** Статистически значимые отличия в результатах в случае выполнения внешней фиксации с использованием спиц могут свидетельствовать о том, что гипотетически данный метод лечения обеспечивает большую сохранность анатомии сустава, чем два других метода, и, вероятно, способствует получению лучших ближайших и среднесрочных функциональных результатов после операции.

**Ключевые слова:** перелом дистального отдела лучевой кости, хирургические методы лечения, фиксация спицами, внешняя фиксация.

 **Для цитирования:** Халилизад М., Гезельсофла Ф., Муоди С., Джокар Р., Ганджи С.М.Э., Бахрами М., Ахангар С.К., Хафри С. Рентгенометрические показатели лучезапястного сустава и функциональные результаты хирургического лечения переломов дистального отдела лучевой кости с применением трех методик: рандомизированное контролируемое исследование. *Травматология и ортопедия России*. 2024;30(1):32-41. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-17414>.

 Маджид Халилизад; e-mail: [majidkhalilizad@yahoo.com](mailto:majidkhalilizad@yahoo.com)

Рукопись получена: 20.11.2023. Рукопись одобрена: 13.02.2024. Статья опубликована: 18.03.2024.

© Халилизад М., Гезельсофла Ф., Муоди С., Джокар Р., Ганджи С.М.Э., Бахрами М., Ахангар С.К., Хафри С., 2024

## INTRODUCTION

Distal radius fracture (DRF) has been reported as the most common type of extremity fractures in adults; constitute 17.5% of all fractures [1, 2].

The fractures with more than 2 mm step-off in the radiocarpal joint and greater than 10° dorsal tilt are recommended to be treated surgically. Different surgical techniques and hardware have been introduced for the management of distal radial fractures. No one method can be used for all injuries, and, the surgeon should choose a proper approach based on the patient's condition [3, 4]. These treatment approaches are expected to promote pain-free movements of the wrist, the patient's ability to do his/her activities, and to prevent from degenerative articular changes in the future [5]. Timely surgery of these fractures has been recommended to achieve better long-term outcomes, and also, less disabilities of the arm, shoulder, and hand [6, 7].

External fixation (EF), open reduction and internal fixation with Kirschner wire (K-wire), and external fixation and pinning are important surgical approaches for management of these fractures [8]. These treatment approaches might have potential complications, ranging from skin incisions, cosmetic appearance, and related surgical adverse events which impact the patient's satisfaction and functional outcomes [9].

Different measures have been introduced to assess the treatment outcomes following the surgical procedures for DRF; functional and radiographic parameters are among the most important indices for this purpose [10, 11, 12].

Given no treatment method has been introduced definitely for this type of fracture, especially for maintaining hand function in the best state, this study aimed to evaluate the functional and radiological outcomes of three surgical methods.

## METHODS

### Trial design and blinding

The present study was conducted as a parallel single-blind randomized clinical trial. The patients did not know the type of surgical procedure chosen by the surgeon for treatment.

### Patients

All adult patients with intra-articular fracture of distal radius (type C complete articular fracture based on AO/OTA Classification of Fractures and Dislocations [13]) referred to the emergency departments, outpatient clinics and orthopedic departments of three state hospitals affiliated to Babol University of Medical Sciences, north of Iran who were candidate for surgical treatment were included in the study, by census. The participants were allocated in three research groups with block

random sampling. The three groups were matched for their age and gender.

The inclusion criteria were: people aged 18–65 years with intra-articular fracture of the distal radius caused by trauma. Exclusion criteria included: pathological fractures other than trauma (tumor, disease or other reasons), simultaneous fracture of the upper limb on the same side, patients who did not want to participate in the research, Sudeck's atrophy, and patients who had clear osteoporosis on radiographs.

### Sample size

Considering a study power of 80% at a confidence level of 95%, and a decrease of 2 units in the pain severity in three study groups and a drop of 10%, the sample size was determined to be 30 individuals in each group (totally 90).

### Interventions

The patients were divided into three groups: K-wire technique for group 1, external fixation for group 2, and external fixation with pinning for group 3. All surgical procedures were carried out with a standard protocol under general or local anesthesia.

K-wire technique (group 1) was carried-out with closed reduction, and fixation with pins (3 or 4 pins were used depending on the shape of the fracture). In this method, closed reduction of the DRF was performed under the C-arm guide in the operating room, and the pins were placed crosswise. One or two pins were placed from the styloid process of the radius, and one or two pins from the opposite side. After making sure of the correct reduction, the long arm cast was taken. The conducted reduction and fixation were controlled with anteroposterior (AP) and lateral radiographic views during the surgical operation. The patients underwent immobilization cast for 6 weeks, 4 weeks of long cast and 2 weeks of short cast.

The external fixator (for group 2) was placed using 2.5 mm Schanz pins in the second metacarpal bones and 3.5 mm pins in the radius, proximal to the fracture site. In this method, under the C-arm guide in the operating room, reduction of DRF was performed. The reduction was checked with AP and lateral radiographic views. Subsequently, one Schanz pin was placed in the distal part of the fracture and inside the second metacarpal bone, and another one was placed inside the shaft of the radius, the wrist was placed under tension, and after sufficient distraction, the rods were placed on the Schanz pins, and finally the next Schanz pins were placed distally and proximally. The fixator included four Schanz pins, two rods and eight rods to Schanz-clamps to fix the rod. Finally, after making sure of the correct reduction, the long arm splint was taken [14]. The external fixator was removed 6 to 8 weeks after the intervention. No additional wire was used in these patients.

In the external fixation with pinning (group 3), the procedure of fixation was conducted with the same technique mentioned for the group 2. In addition to, 2 or 3 pins were used for fixation of the fracture site, depending on the patient's condition. In this method, under the C-arm guide in the operating room, the closed reduction of DRF was performed. The reduction was checked in the AP and lateral radiographic views. After making sure that the reduction was correct, the long arm splint was finally applied.

The patients of the three study groups were taken a wrist radiograph, immediately after the surgery. They were discharged from the hospital 24 hours after the intervention, while were prescribed to take an appropriate antibiotic medication (cephalosporin of the first generation) for three days, and were advised to move their fingers, actively.

Radiography was repeated two weeks after the intervention; and the patients were followed to check the fracture reduction. Subsequently, the participants were followed 4 weeks after the intervention to shorten the cast in group 1 patients. The last visit was performed at the time of pin or external fixator removal.

Physiotherapy was requested for all patients after the operation.

## OUTCOMES ASSESSMENT

Primary outcome was radiographic parameters, including radial inclination, radial height, ulnar variance and dorsal/palmar tilt [15]. These markers were assessed immediately after the surgery, then the 6<sup>th</sup>, the 12<sup>th</sup> and the 24<sup>th</sup> weeks after the intervention.

Secondary outcome was the patient's performance. All participants were followed 12 and 24 weeks after the surgery for evaluation of this outcome. The Persian version of the Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH) outcome measure, and Patient Rated Wrist Evaluation (PRWE) questionnaire were used for assessment of the patient's performance [15, 16].

DASH questionnaire includes 30 items. Normal DASH score is less than 15; a score of zero means no disability, and a score of 100 indicates severe disability [16].

The PRWE questionnaire contains 15 items, 5 of which are about intensity and repetition of

pain and 10 questions about the patient's ability to perform daily activities. A score of 100 means severe disability [15].

## Statistical analysis

The collected data was analyzed using SPSS statistical software (version 26). Chi-square, t-test, and paired t-test were used for data analysis. P-value less than 0.05 was considered as the significant level.

## RESULTS

Totally, 78 patients, including 42 (53.8%) male and 36 (46.2%) female with mean age  $46.94 \pm 11.05$  (a range of 19-65) years completed the research protocol. Participant flow is presented as Figure 1 to show the number of participants in each group who were randomly assigned, received intended treatment, and were analyzed for the research outcomes.

Baseline characteristics of the participants in three research groups is presented in Table 1. This table represents no significant difference between these groups about their age, gender and the side of hand injury ( $p > 0.05$ ).

Radiographic indices have been compared between the study groups in Table 2. This table shows that although the four radiologic measures (radial inclination, radial height, ulnar variance and dorsal/palmar tilt) were in the normal clinical range after intervention, a significant statistical difference was observed between the three groups ( $p < 0.001$ ). Also, an example of radiographic images before and after the three mentioned procedures is shown in Figure 2.

When the groups were compared 2 by 2 about the height of the radius, no significant difference was observed between the two groups of K-wire and external fixation after the surgery on the 0 day ( $p = 0.249$ ), 6 weeks ( $p = 0.135$ ), 12 weeks ( $p = 0.066$ ) and 24 weeks ( $p = 0.216$ ) after the surgery; however, the group of external fixation together with pin had a significant difference with external fixation ( $p < 0.05$ ). The height of the radius in the third group was better than that of the other groups.

Patients' performance following the three mentioned surgical interventions has been summarized in Table 3. Both DASH and PRWE score showed a significant decrease after the therapeutic interventions ( $p < 0.001$ ).

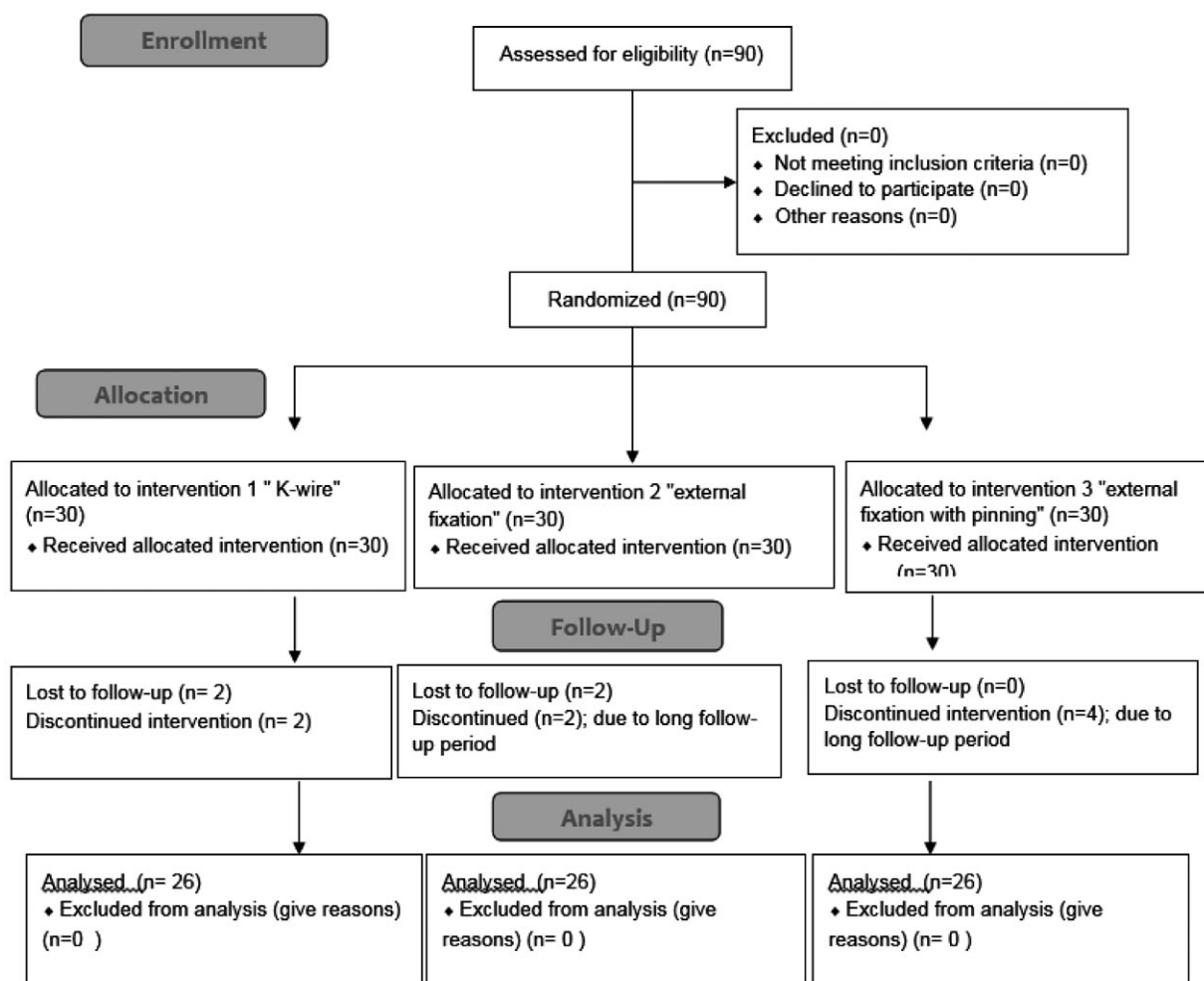


Fig. 1. Flow diagram of the study

Baseline characteristics of the participants in three research groups

Table 1

Characteristics	Study groups			p-value
	K-wire (n = 26)	External fixation (n = 26)	External fixation with pinning (n = 26)	
Gender (Number/Percent)				
Male	15 (57.7)	14 (53.8)	13 (50.0)	0.857
Female	11 (42.3)	12 (46.2)	13 (50.0)	
Age (Mean±SD)	46.50±12.14	47.69±10.18	46.62±11.39	0.914
The side of fracture (Number/Percent)				
Right	10 (38.50)	16 (61.50)	9 (34.60)	0.108
Left	16 (61.50)	10 (38.50)	17 (65.40)	

Table 2

## Wrist radiologic indices following three surgical interventions for distal radius fracture, Mean±SD

Characteristics/ Study groups	Radial inclination p-value <0.001				Radial height p-value <0.001				Ulnar variance p-value <0.001				Dorsal/palmar tilt p-value <0.001			
	Day 0	6 <sup>th</sup> week	12 <sup>th</sup> week	24 <sup>th</sup> week	Day 0	6 <sup>th</sup> week	12 <sup>th</sup> week	24 <sup>th</sup> week	Day 0	6 <sup>th</sup> week	12 <sup>th</sup> week	24 <sup>th</sup> week	Day 0	6 <sup>th</sup> week	12 <sup>th</sup> week	24 <sup>th</sup> week
K-wire (n = 26)	20.71 ± 2.29	20.71 ± 2.22	19.02 ± 3.44	19.09 ± 3.29	10.09 ± 1.18	10.17 ± 1.11	9.33 ± 1.3	9.31 ± 1.26	0.28 ± 1.30	0.23 ± 1.29	0.48 ± 1.29	0.51 ± 1.28	4.59 ± 4.06	4.53 ± 3.85	4.11 ± 3.80	4.12 ± 3.87
External fixation (n = 26)	20.78 ± 2.29	21.06 ± 2.32	20.29 ± 3.35	19.68 ± 3.46	10.51 ± 0.58	10.65 ± 0.56	10.03 ± 0.84	9.81 ± 0.84	0.10 ± 1.06	0.85 ± 1.06	0.18 ± 1.10	0.30 ± 1.06	5.50 ± 2.22	5.75 ± 1.96	6.13 ± 2.52	5.82 ± 2.52
External fixation with pinning (n = 26)	22.57 ± 2.35	22.57 ± 2.34	21.60 ± 2.80	20.88 ± 2.87	11.38 ± 0.75	11.48 ± 0.78	11.28 ± 0.84	10.88 ± 0.91	-0.29 ± 1.57	-0.24 ± 1.64	0.04 ± 1.55	0.18 ± 1.57	6.61 ± 2.16	6.85 ± 2.17	6.37 ± 2.28	6.11 ± 2.32
Total	21.35 ± 2.44	21.45 ± 2.41	20.37 ± 3.34	19.89 ± 3.26	10.66 ± 1.01	10.77 ± 1.00	10.21 ± 1.29	10.00 ± 1.20	-0.32 ± 1.33	0.02 ± 1.35	0.23 ± 1.32	0.33 ± 1.31	5.57 ± 3.02	5.71 ± 2.92	5.54 ± 3.08	5.35 ± 3.07





**Fig. 2.** An example of radiographic images before and after the three surgical procedures:  
 a – K-wire method before surgery;  
 b – K-wire method after surgery;  
 c – external fixation before surgery;  
 d – external fixation after surgery;  
 e – external fixation with pinning before surgery;  
 f – external fixation with pinning after surgery

*Table 3*

**Patients' performance following three surgical interventions for distal radial fracture, Mean $\pm$ SD**

Characteristics/Study groups	DASH score		PRWE score	
	12 <sup>th</sup> week	24 <sup>th</sup> week	12 <sup>th</sup> week	24 <sup>th</sup> week
K-wire (n = 26)	47.70 $\pm$ 8.17	35.70 $\pm$ 8.66	53.17 $\pm$ 7.78	41.59 $\pm$ 7.21
External fixation (n = 26)	42.05 $\pm$ 9.92	30.85 $\pm$ 8.96	48.46 $\pm$ 9.44	33.40 $\pm$ 7.47
External fixation with pinning (n = 26)	38.43 $\pm$ 8.78	28.26 $\pm$ 9.52	43.46 $\pm$ 7.22	30.51 $\pm$ 7.57
Total	42.74 $\pm$ 9.68	31.61 $\pm$ 9.46	48.36 $\pm$ 9.03	35.17 $\pm$ 8.71

p-value <0.001.

## DISCUSSION

This research aimed to evaluate the wrist radiographic parameters and patients' performance after three surgical interventions for management of distal radial fracture.

Following the mentioned surgical interventions, a statistically significant difference was observed between the three groups about the height of the radius, although the height of the radius was in the normal range (8–12 mm) in all groups and the difference was not clinically significant. Of course, when the groups were compared 2 by 2 about the research outcomes, the height of the radius had better condition in the third group than that of the others. Furthermore, radial height did not collapse within 6 months after external

fixation with pinning; while in the other two methods, a radial shortening was observed. Multiple evidence represented the radial height as one of the important prognostic factors in treating distal radial fracture [17], however, there is discrepancy in the way that radial height is measured and reported, that influences on comparison of the findings in different studies [18]. Current research showed that this outcome was the best in the third group.

The radial inclination is closely related to the height of the radius, and both of these measures can be representative for axial compression of the radius. Some previous studies showed an association between the loss of radial angle greater than 10° and unfavorable score of DASH [20]. In current trial,

although the radial angle was in the normal range (16–29°) following the operation, a statistically significant difference was observed between the three groups. Similar to the findings of radial height, radial angle in the third group was better than the other groups.

In this research, the average of ulnar variance was in the normal range (+2 to -4) in postoperative assessment of all groups. Although a statistically significant difference was observed between different treatments, the difference was not clinically significant. The external fixation group with pinning had the best outcome about ulnar variance than that of other groups. In the study of H.P. Huddleston et al. showed that fixating the radius in -4 mm of ulnar negativity significantly decreased radial translation after sectioning the volar radioulnar ligament and triangular fibrocartilage complex (TFCC) [20]. Similar evidence reported that positive ulnar variance one year after distal radial fracture was clearly associated with unfavorable DASH score and weakness of grip [21, 22].

Palmar tilt was in the normal range (0–22°) in three groups; although, there was a statistically significant difference between the groups. This difference was not clinically significant; and the third group had the best condition in all follow-up periods. Different evidence exists about the impact of palmar tilt on postoperative functional outcomes. It can be due to differences in measurement methods and performance definitions in various studies. Falk et al showed no significant difference in postoperative functional assessment between the cases with non-anatomical restoration of the volar tilt with -5° to 5° with patients who had an anatomical volar tilt between 6° and 15° [23]. A dorsal tilt over 10° is an important cause of radiocarpal instability after distal radial fractures; and can be associated with unfavorable postoperative DASH results.

## DISCLAIMERS

**Funding source.** This study has been financially supported by Babol University of Medical Sciences.

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

**Ethics approval.** The research protocol was approved by the Ethics Committee of Babol University of Medical Sciences with approval number: IR.MUBABOL.HRI.REC.1397.246; and was registered in the website of Iranian Registry of Clinical Trials (IRCT20190221042782N1; available at: <https://en.irct.ir/trial/38920?revision=86960>).

**Consent for publication.** The authors obtained written consent from patients to participate in the study and publish the results.

Mean DASH score was about 43 at the third month, and decreased to about 32 at the sixth month of postoperative assessment. These scores were higher than the normal range which should be below 15. This outcome was better in the third group compared to other two methods, and the patients undergoing this treatment intervention are expected to have better performance. A recent network meta-analysis compared short-term (up to 3 months) and intermediate-term (3 to 12 months) of DASH and PRWE scores following different treatment approaches of distal radial fractures and reported that internal fixation with volar lock plating made no increase in 1-year complication rates compared to other treatment options. They proposed shared decision-making with patients to identify patient preferences regarding recovery to determine optimal treatment [24].

Mean PRWE score was about 48 at the third month and improved to about 35 at the sixth month. Similar to DASH score. This research endpoint was better in the third group; patients underwent external fixation with pinning had better performance after six months following the surgery.

The sample size, and study design are strong points of this research. The patients were followed for six months; and this can be a limitation of this study. Long-term follow-up of patients is recommended for future studies.

## CONCLUSION

The statistically significant difference in the research outcomes of the external fixation with pinning can show that this treatment method theoretically preserves the anatomical condition better than the other two methods, and probably has better functional effects on short-term and intermediate-term results following the surgery.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Источник финансирования.** Это исследование было проведено при финансовой поддержке Бабольского университета медицинских наук.

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

**Этическая экспертиза.** Протокол исследования был одобрен Комитетом по этике Бабольского университета медицинских наук, номер: IR.MUBABOL.HRI.REC.1397.246; зарегистрирован на веб-сайте Иранского реестра клинических испытаний (IRCT20190221042782N1; <https://en.irct.ir/trial/38920?revision=86960>).

**Информированное согласие на публикацию.** Авторы получили письменное согласие пациентов на участие в исследовании и публикацию результатов.

## REFERENCES

1. Ermutlu C., Mert M., Kovalak E., Kanay E., Obut A., Öztürkmen Y. Management of Distal Radius Fractures: Comparison of Three Methods. *Cureus*. 2020;12(8):e9875. doi: 10.7759/cureus.9875.
2. Candela V., Di Lucia P., Carnevali C., Milanese A., Spagnoli A., Villani C. et al. Epidemiology of distal radius fractures: a detailed survey on a large sample of patients in a suburban area. *J Orthop Traumatol*. 2022;23(1):43. doi: 10.1186/s10195-022-00663-6.
3. Del Piñal F., Jupiter J.B., Rozental T.D., Arora R., Nakamura T., Bain G.I. Distal radius fractures. *J Hand Surg Eur Vol*. 2022;47(1):12-23. doi: 10.1177/17531934211028711.
4. Doermann A., Gupta D.K., Wright D.J., Shafiq B., Hacquebord J., Rafijah G. et al. Distal Radius Fracture Management: Surgeon Factors Markedly Influence Decision Making. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev*. 2023;7(3):e23.00002. doi: 10.5435/JAOSGlobal-D-23-00002.
5. Ter Meulen D.P., Mulders M.A.M., Kruiswijk A.A., Kret E.J., Slichter M.E., van Dongen J.M. et al. Effectiveness and cost-effectiveness of surgery versus casting for elderly patients with Displaced intra-Articular type C distal Radius fractures: protocol of a randomised controlled Trial with economic evaluation (the DART study). *BMJ Open*. 2022;12(4):e051658. doi: 10.1136/bmjopen-2021-051658.
6. Khan S., Persitz J., Shrouder-Henry J., Khan M., Chan A., Paul R. Effect of Time-To-Surgery on Distal Radius Fracture Outcomes: A Systematic Review. *J Hand Surg Am*. 2023;48(5):435-443. doi: 10.1016/j.jhsa.2022.12.018.
7. Ahmad F., Neral M., Hoyen H., Simcock X., Malone K. Does Time to Operative Intervention of Distal Radius Fractures Influence Outcomes? *Hand (N Y)*. 2022;17(1-suppl):135S-139S. doi: 10.1177/15589447211072219.
8. Satria O., Wikanjaya R., Tenges C.A., Al Mashur M.I. Minimally Invasive Plating of Distal Radius Fracture: A Series of 42 Cases and Review of Current Literature. *Minim Invasive Surg*. 2023;2023:3534849. doi: 10.1155/2023/3534849.
9. Franovic S., Pietroski A.D., Druskovich K., Page B., Burdick G.B., Fathima B. et al. A Cost-Effectiveness Analysis of the Various Treatment Options for Distal Radius Fractures. *J Hand Surg Glob Online*. 2022;5(2):169-177. doi: 10.1016/j.jhsg.2022.11.007.
10. Olech J., Kopczyński B., Tomczyk Ł., Konieczny G., Kazubski K., Morasiewicz P. The functional and radiographic outcomes following distal radius fracture treatment in a cast for 4 and 6 weeks in the elderly: A randomized trial. *Adv Clin Exp Med*. 2022;31(6):701-706. doi: 10.17219/acem/150032.
11. Shen O., Chen C.T., Jupiter J.B., Chen N.C., Liu W.C. Functional outcomes and complications after treatment of distal radius fracture in patients sixty years and over: A systematic review and network meta-analysis. *Injury*. 2023;54(7):110767. doi: 10.1016/j.injury.2023.04.054.
12. Schmidt V., Gordon M., Tägil M., Sayed-Noor A., Mukka S., Wadsten M. Association Between Radiographic and Clinical Outcomes Following Distal Radial Fractures: A Prospective Cohort Study with 1-Year Follow-up in 366 Patients. *J Bone Joint Surg Am*. 2023;105(15):1156-1167. doi: 10.2106/JBJS.22.01096.
13. Jayakumar P., Teunis T., Giménez B.B., Verstreken F., Di Mascio L., Jupiter J.B. AO Distal Radius Fracture Classification: Global Perspective on Observer Agreement. *J Wrist Surg*. 2017;6(1):46-53. doi: 10.1055/s-0036-1587316.
14. Shukla R., Jain R.K., Sharma N.K., Kumar R. External fixation versus volar locking plate for displaced intra-articular distal radius fractures: a prospective randomized comparative study of the functional outcomes. *J Orthop Traumatol*. 2014;15(4):265-270. doi: 10.1007/s10195-014-0317-8.
15. Hassankhani G.G., Moradi A., Vahedi E., Hoseinian S.H.S., Jahani Z., Rahmani M. et al. Psychometric Properties of the Persian Version of the Patient Rated Wrist Evaluation. *Arch Bone Joint Surg*. 2017;5(4):243-249.
16. Mousavi S.J., Parnianpour M., Abedi M., Askary-Ashtiani A., Karimi A., Khorsandi A., Mehdian H. Cultural adaptation and validation of the Persian version of the Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH) outcome measure. *Clin Rehabil*. 2008;22(8):749-757. doi: 10.1177/0269215508085821.
17. Cheng M.F., Chiang C.C., Lin C.C., Chang M.C., Wang C.S. Loss of radial height in extra-articular distal radial fracture following volar locking plate fixation. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2021;107(5):102842. doi: 10.1016/j.otsr.2021.102842.
18. Chan P.Y.W., Silver J.M., Phelan J., Moore K., Green A., Katt B. How Are Radial Height and Radial Shortening Defined in the Treatment of Distal Radius Fractures? A Critical Review. *Hand (N Y)*. 2023;15589447221150506. doi: 10.1177/15589447221150506.
19. Kamal A.H., Zakaria O.M., Majzoub R.A., Alrasheed M.K., Babiker H.A., Nasir E.W.F. Distal Radius Extra-Articular Fractures: The Impact of Anatomical Alignment on Patient's Perceived Outcome (A Single Center Experience). *Cureus*. 2023;15(3):e36541. doi: 10.7759/cureus.36541.
20. Huddleston H.P., Kurtzman J.S., Deegan L., Hayes W., Austin K., Carter J. et al. Negative Ulnar Variance Lessens DRUJ Instability After DRUJ Disruption: A Biomechanical Analysis. *Hand (N Y)*. 2022;15589447221124233. doi: 10.1177/15589447221124233.
21. Johnson N.A., Dias R., Dias J.J. Ulnar variance in distal radial fractures: assessment and interpretation. *J Hand Surg Eur Vol*. 2022;47(6):597-604. doi: 10.1177/17531934211070375.
22. Stirling P.H.C., Oliver W.M., Ng N., Oliver C.W., McQueen M.M., Molyneux S.G. et al. Distal radius malunion: outcomes following an ulnar shortening osteotomy. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2023;33(5):1635-1640. doi: 10.1007/s00590-022-03325-9.
23. Falk S.S.I., Mittlmeier T., Gradl G. Residual dorsal displacement following surgery in distal radial fractures: A cause for trouble? *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2023;49(2):843-850. doi: 10.1007/s00068-022-02061-3.
24. Jayaram M., Wood S.M., Kane R.L., Yang L.Y., Chung K.C. Association of Open Reduction and Internal Fixation With Volar Locking Plate for Distal Radius Fractures With Patient-Reported Outcomes in Older Adults: A Network Meta-analysis. *JAMA Netw Open*. 2023;6(6):e2318715. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2023.18715.

**Authors' information**

✉ Majid Khalilizad

Address: Keshavarz Boulevard, Babol, Mazandaran, Iran

<https://orcid.org/0000-0002-5711-0492>

e-mail: majidkhalilizad@yahoo.com

Farzad Ghezelsoufa

<https://orcid.org/0009-0009-9654-4793>

e-mail: f\_ghezelsoufa\_md@yahoo.com

Simin Mouodi

<https://orcid.org/0000-0001-7868-9360>

e-mail: dr.mouodi@gmail.com

Rahmat Jokar

<https://orcid.org/0000-0001-5517-3804>

e-mail: dr.Jokk@gmail.com

Seyed Mokhtar Esmaelnejad Ganji

<https://orcid.org/0000-0001-7592-0835>

e-mail: smsnganji@yahoo.com

Masoud Bahrami

<https://orcid.org/0000-0003-3341-1140>

e-mail: bahramimasood@gmail.com

Sekineh Kamali Ahangar

<https://orcid.org/0000-0003-0906-4804>

e-mail: bcrdc90@yahoo.com

Soraya Khafri

<https://orcid.org/0000-0002-2398-7560>

e-mail: khafri@yahoo.com

**Сведения об авторах**

✉ Маджид Халилизад

Адрес: Бульвар Кешаварз, Бабол, Мазандаран, Иран

<https://orcid.org/0000-0002-5711-0492>

e-mail: majidkhalilizad@yahoo.com

Фарзад Гезельсофла

<https://orcid.org/0009-0009-9654-4793>

e-mail: f\_ghezelsoufa\_md@yahoo.com

Симин Муоди

<https://orcid.org/0000-0001-7868-9360>

e-mail: dr.mouodi@gmail.com

Рахмат Джокар

<https://orcid.org/0000-0001-5517-3804>

e-mail: dr.Jokk@gmail.com

Сейед Мохтар Эсмаэлнеджад Ганджи

<https://orcid.org/0000-0001-7592-0835>

e-mail: smsnganji@yahoo.com

Масуд Бахрами

<https://orcid.org/0000-0003-3341-1140>

e-mail: bahramimasood@gmail.com

Секине Камали Ахангар

<https://orcid.org/0000-0003-0906-4804>

e-mail: bcrdc90@yahoo.com

Сорайя Хаффри

<https://orcid.org/0000-0002-2398-7560>

e-mail: khafri@yahoo.com

## Какие факторы могут привести к проседанию немодульного конического бедренного компонента после ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава?

Р.М. Тихилов<sup>1</sup>, А.А. Джавадов<sup>1</sup>, А.В. Копцов<sup>2</sup>, П.В. Филонов<sup>1</sup>,  
С.М. Курбанова<sup>3</sup>, И.И. Шубняков<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> ООО «Уральский клинический лечебно-реабилитационный центр им. В.В. Тетюхина», г. Нижний Тагил, Россия

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

### Реферат


**Цель исследования** — оценка собственного опыта использования немодульных конических бедренных компонентов при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава для определения частоты и причин повторных ревизий, функциональных результатов, а также факторов, ассоциированных с проседанием немодульных конических бедренных компонентов.


**Материал и методы.** Был проведен ретроспективный анализ результатов использования немодульных конических бедренных компонентов (НКБК) в 78 случаях. Средний срок наблюдения составил 5,1 лет.

**Результаты.** В 14 (17,9%) случаях были выполнены повторные ревизии, сопровождающиеся удалением НКБК. Значительное проседание наблюдалось в 5 (6,4%) случаях. Бикортикальный контакт менее 2,0 см ( $p = 0,017$ ) был фактором риска проседания немодульных конических бедренных компонентов. Риск получения бикортикального контакта менее 2 см был выше у пациентов с дефектом бедренной кости IV типа ( $p = 0,048$ ). Было выявлено улучшение функциональных показателей. Пациенты со значительным проседанием НКБК имели худшие функциональные результаты по сравнению с пациентами без значительного проседания.

**Заключение.** Использование НКБК при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава показывает хорошие результаты в отношении частоты повторных ревизий и функциональных показателей. Наиболее частыми причинами повторных ревизий с удалением НКБК были перипротезная инфекция и асептическое расшатывание. У всех пациентов со значительным проседанием НКБК была выполнена повторная ревизия по причине асептического расшатывания. Бикортикальный контакт менее 2,0 см являлся фактором риска значительного проседания НКБК. Риск возникновения бикортикального контакта менее 2,0 см был выше у пациентов с дефектами бедренной кости IV типа, поэтому при данном типе дефекта рекомендуется использовать НКБК с осторожностью или рассматривать другие варианты реконструкции бедра.

**Ключевые слова:** ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава, немодульный конический бедренный компонент, бикортикальный контакт, дефект бедренной кости.

 **Для цитирования:** Тихилов Р.М., Джавадов А.А., Копцов А.В., Филонов П.В., Курбанова С.М., Шубняков И.И. Какие факторы могут привести к проседанию немодульного конического бедренного компонента после ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава? *Травматология и ортопедия России*. 2024;30(1): 42-51. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-17417>.

 Джавадов Алисагиб Аббасович; e-mail: [alisagib.dzhavadov@mail.ru](mailto:alisagib.dzhavadov@mail.ru)

Рукопись получена: 28.11.2023. Рукопись одобрена: 08.02.2024. Статья опубликована онлайн: 14.03.2024.

© Тихилов Р.М., Джавадов А.А., Копцов А.В., Филонов П.В., Курбанова С.М., Шубняков И.И., 2024



## Which Factors Can Lead to Subsidence of a Non-Modular Tapered Stem after Revision Hip Arthroplasty?

Rashid M. Tikhilov<sup>1</sup>, Alisagib A. Dzhavadov<sup>1</sup>, Artur V. Koptsov<sup>2</sup>, Pavel V. Filonov<sup>1</sup>,  
Saida M. Kurbanova<sup>3</sup>, Igor I. Shubnyakov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup> Tetyukhin Urals Clinical Treatment and Rehabilitation Center, Nizhny Tagil, Russia

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

### Abstract

**Aim of the study** — to evaluate our own experience of the use of non-modular tapered stems in revision hip arthroplasty to determine the incidence and causes of repeated revisions, functional outcomes, and factors associated with subsidence of non-modular tapered stems.

**Methods.** We retrospectively analyzed the results of using 78 non-modular tapered stems. The average follow-up period was 5.1 years.

**Results.** There were repeated revisions accompanied by the removal of non-modular tapered stems in 14 (17.9%) cases. Significant subsidence was observed in 5 (6.4%) cases. Bicortical contact less than 2.0 cm ( $p = 0.017$ ) was a risk factor for subsidence of non-modular tapered stems. The risk of having a bicortical contact of less than 2 cm was higher in patients with type IV femoral defect ( $p = 0.048$ ). An improvement in functional parameters was found. Patients with significant subsidence of non-modular tapered stems had worse functional outcomes compared to patients without significant subsidence.

**Conclusions.** The use of non-modular tapered stems in revision hip arthroplasty shows good results in terms of repeated revision rates and functional outcomes. Periprosthetic infection and aseptic loosening were the most frequent causes of repeated revisions with removal of non-modular tapered stems. All patients with significant subsidence of non-modular tapered stems underwent repeated revision due to aseptic loosening. Bicortical contact less than 2.0 cm was a risk factor for significant subsidence of non-modular tapered stems. The risk of bicortical contact less than 2.0 cm was higher in patients with type IV femoral defects. Therefore, it is recommended to use non-modular tapered stems with caution or consider other hip reconstruction options in this type of defect.

**Keywords:** revision hip arthroplasty, non-modular tapered stem, bicortical contact, femoral defects.

**Cite as:** Tikhilov R.M., Dzhavadov A.A., Koptsov A.V., Filonov P.V., Kurbanova S.M., Shubnyakov I.I. Which Factors Can Lead to Subsidence of a Non-Modular Tapered Stem after Revision Hip Arthroplasty? *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2024;30(1):42-51. (In Russian). <https://doi.org/10.17816/2311-2905-17417>.

✉ Alisagib A. Dzhavadov; e-mail: [alisagib.dzhavadov@mail.ru](mailto:alisagib.dzhavadov@mail.ru)

Submitted: 28.11.2023. Accepted: 08.02.2024. Published Online: 14.03.2024.

© Tikhilov R.M., Dzhavadov A.A., Koptsov A.V., Filonov P.V., Kurbanova S.M., Shubnyakov I.I., 2024

## ВВЕДЕНИЕ

Данные национальных регистров свидетельствуют о росте числа ревизионных эндопротезирований тазобедренного сустава (РЭТС) [1, 2, 3]. Выбор бедренного компонента (БК) для достижения стабильной фиксации является одним из важнейших этапов РЭТС. На сегодняшний день накоплен опыт применения различных типов БК при РЭТС [4, 5, 6, 7, 8].

В 1987 г. Н. Wagner описал применение немодульных конических бедренных компонентов (НКБК) при РЭТС. Бедренный компонент фиксируется в диафизе, коническая геометрия обеспечивает осевую стабильность, а продольные ребра — ротационную [9]. Использование данного БК показало хорошие результаты при РЭТС. Однако значительное проседание ( $\geq 10$  мм) остается одной из проблем после имплантации данного БК [10, 11]. Ряд авторов показали, что проседание НКБК может быть связано со степенью потери костной ткани бедренной кости и плохим заполнением ее канала бедренным компонентом [7, 10, 12]. Исследования результатов использования модульных конических БК указывают на больший риск проседания при бикортикальном контакте БК менее 2 см [13, 14], в то время как бикортикальный контакт менее 2 см как фактор риска проседания для НКБК не был хорошо изучен.

**Цель исследования** — оценка собственного опыта использования немодульных конических бедренных компонентов при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава для определения частоты и причин повторных ревизий, функциональных результатов, а также факторов, ассоциированных с проседанием немодульных конических бедренных компонентов.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

### Дизайн исследования

**Критерии включения в исследование:** использование НКБК Wagner Self-Locking (SL) (Zimmer Biomet, США) при РЭТС, а также период наблюдения не менее двух лет. **Критерием исключения** было использование НКБК Wagner SL при первичном тотальном эндопротезировании тазобедренного сустава. В исследование было включено 78 операций РЭТС, выполненных в период с 2008 по 2020 г. одним хирургом. Проведен ретроспективный анализ историй болезни и рентгенограмм. Пациенты были приглашены в клинику для осмотра и выполнения рентгенограмм. С теми, кто не

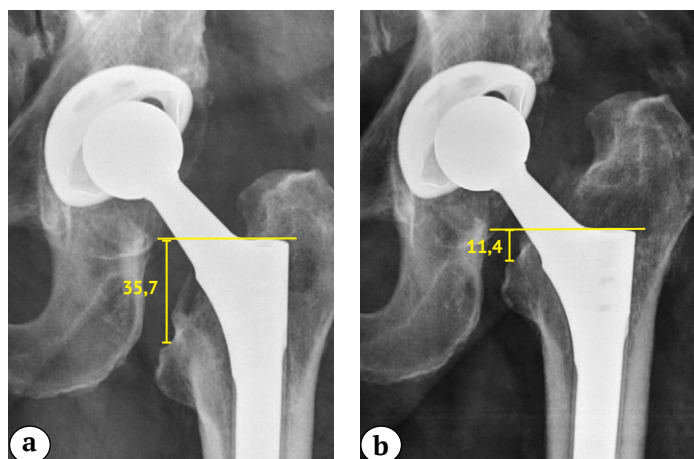
смог приехать в клинику, связывались по телефону и просили прислать рентгенограммы по почте. Средний срок наблюдения составил 5,1 лет: стандартное отклонение (SD) — 2,5; медиана (Me) — 4,9; интерквартильный размах (IQR) (25–75) — 3,8–6,1; минимальное и максимальное значения (min-max) 2,1–14,3.

### Оценка результатов

Мы проанализировали наличие различных осложнений в послеоперационном периоде. Сравнительная оценка функциональных результатов в пред- и послеоперационном периодах проводилась с помощью опросника Oxford Hip Score [15]. Для описания дефектов бедренной кости использовали классификацию Paprosky [16]. Тип перипротезного перелома, являющегося причиной РЭТС, определяли согласно унифицированной классификационной системе [17]. Интраоперационные перипротезные переломы описывались в соответствии с Ванкуверской классификацией [18].

Рентгенографическая оценка использовалась для сравнения положения компонентов в двух временных точках: сразу после операции и на момент выполнения последней рентгенограммы. Проседание БК определялось путем сравнения контрольных точек на бедренной кости и на протезе, которые были хорошо видны на всех рентгенограммах. В качестве ориентира на бедренной кости использовали медиальную точку малого вертела, калькар, проксимальный или дистальный контур малого вертела, серкляжные проволоки. В качестве ориентира на протезе использовали вершину плеча БК. Мы проводили линию от контрольной точки на бедренной кости до контрольной точки на протезе. Это вертикальное измерение позволяло вычислять фактическое расстояние, на которое БК проседал по кортикальной кости (рис. 1).

Клинически значимым считалось проседание на 10 мм и более. Бикортикальный контакт определялся как общая длина непосредственного контакта кортикальной пластинки с контуром протеза без рентгенопрозрачной линии на рентгенограмме бедренной кости в переднезадней проекции [13, 14] (рис. 2). Варусно-вальгусное положение БК определялось путем измерения угла между латеральной периостальной поверхностью канала бедренной кости и продольной осью БК [19]. Для оценки точности всех измерений использовался известный диаметр головки бедренной кости.



**Рис. 1.** Рентгенограммы левого тазобедренного сустава пациента 64 лет после ревизионной операции:

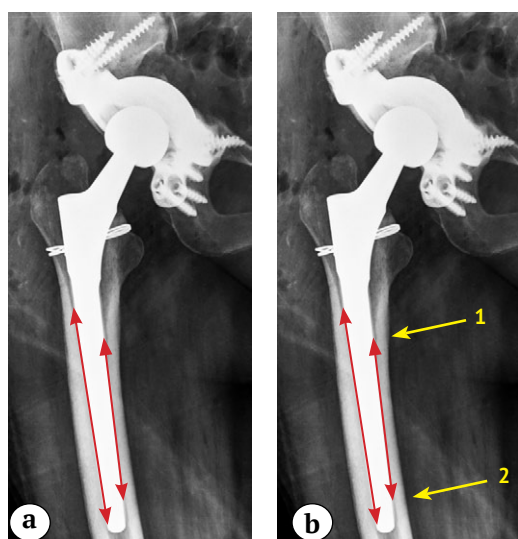
а — в 1-е сут.;

б — через 9 мес.: наблюдается проседание бедренного компонента на 24,3 мм

**Fig. 1.** X-ray images of the left hip of a 64-year-old patient after revision surgery:

a — on day 1;

b — in 9 months: 24.3 mm subsidence of the stem is observed



**Рис. 2.** Рентгенограммы правого тазобедренного сустава пациентки 50 лет в 1-е сут. после ревизионной операции:

а — проведены линии, указывающие на контакт бедренного компонента и кортикального слоя бедренной кости с медиальной и латеральной сторон;

б — длина бикортикального контакта определялась как общая длина непосредственного контакта кортикальной пластинки с контуром протеза без рентгенопрозрачной линии (стрелки 1 и 2)

**Fig. 2.** X-ray images of the right hip of a 50-year-old patient on day 1 after revision surgery:

a — lines indicate the contact between the femoral component and the cortical layer of the femur on the medial and lateral sides;

b — the length of the bicortical contact was defined as the total length of the direct contact between the cortical plate and the contour of the prosthesis without a radiolucent line (arrows 1 and 2)

В течение 5–6 нед. пациентам рекомендовалось использовать костыли и ограничивать осевую нагрузку на оперированную ногу. В период от 6 нед. до 3 мес. пациентам рекомендовали перейти к полной осевой нагрузке на оперированную ногу с использованием костылей или трости.

Средняя длина имплантированных БК составила 235,4 мм (SD — 40,2; Me — 225; IQR — 190–265, min-max — 190–305 мм); диаметр — 16,9 мм

(SD — 2,6; Me — 17; IQR — 15–18; min-max — 14–25). Среднее время операции составило 188,8 мин. (SD — 48,5; Me — 180; IQR — 160,0–271,5; min-max — 100–310), средняя кровопотеря — 605 мл (SD — 330,4; Me — 500; IQR — 400–825; min-max — 150–1600). Характеристики пациентов и особенности хирургического лечения представлены в таблицах 1, 2, 3.

Таблица 1

#### Исходные характеристики пациентов

Показатель	Абс. ч. (%)	M±SD	Me	IQR (25–75)	min-max
Возраст, лет	—	57,1±12,2	58,0	49–65	24–84
Пол					
мужской	26 (33,3)	—	—	—	—
женский	52 (66,7)				
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	—	26,9±4,2	27,1	23,7–28,7	17,8–38,2
Предыдущие операции	—	2,6±19,0	2	1–3	1–11

Здесь и далее: M±SD — среднее±стандартное отклонение; Me — медиана; IQR (25–75) — интерквартильный размах; min-max — минимальное и максимальное значения.

Таблица 2

## Причины ревизий, типы дефектов и перипротезных переломов

Показатель	Абс. ч. (%)
Причина ревизии	
асептическое расшатывание	31 (39,7)
перипротезная инфекция (второй этап)	33 (42,3)
перипротезный перелом	5 (6,4)
боль после эндопротезирования	2 (2,6)
вывих	1 (1,3)
механическое разрушение	6 (7,7)
Тип дефекта (классификация Paprosky)	
II	16 (20,5)
IIIA	33 (42,3)
IIIB	24 (30,8)
IV	5 (6,4)
Тип перипротезного перелома (унифицированная классификационная система)	
B2	2 (40)
B3	3 (60)

Таблица 3

## Особенности хирургических вмешательств

Показатель	Абс. ч. (%)
Сторона	
левая	41 (52,6)
правая	37 (47,4)
Объем ревизии	
замена бедренного компонента	19 (24,4)
замена бедренного и вертлужного компонентов	59 (75,6)
Костная пластика бедренной кости	
измельченный трансплантат	5 (50)
структурный трансплантат	5 (50)

## Статистический анализ

Анализ проводился по клиническим (возраст, вес, пол, количество операций на тазобедренном суставе, предшествующая инфекция, использование аллотрансплантата, длина БК, диаметр БК, предоперационные перипротезные переломы, интраоперационные перипротезные переломы, расширенная остеотомия бедренной кости, тип дефекта бедренной кости) и рентгенологическим (медиально-латеральный бикортикальный контакт БК и варусно-вальгусное отклонение БК) факторам. Распределение на нормальность показателей проверялось с использованием теста Шапиро – Уилка и теста Колмогорова – Смирнова. В случае нормального распределения количественных показателей для анализа результатов несвязанных совокупностей мы использовали тест Стьюдента. Если распределение количественных показателей

отличалось от нормального, для анализа результатов несвязанных совокупностей применялся тест Манна – Уитни, а в случаях анализа результатов связанных совокупностей использовался тест Уилкоксона. Для оценки различий между номинальными переменными использовали тест  $\chi^2$  и точный тест Фишера. В ряде случаев выявлялось отношение шансов (ОШ). В качестве критерия статистической значимости наблюдаемых различий использовалось значение  $p < 0,05$ . Однако при сравнении отдельных категорий у категориальных переменных была применена поправка Бонферрони для значения  $p$ . Таким образом, для интраоперационных перипротезных переломов, перипротезных переломов как причин РЭТС, а также типов дефектов бедренной кости по классификации Paprosky в качестве критериев статистической значимости были определе-

ны значения  $p < 0,01$ ,  $p < 0,025$  и  $p < 0,0125$  соответственно. Статистический анализ проводился с использованием программы Past версии 4.03 (Норвегия) [20].

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Из 78 случаев в 14 (17,9%) были выполнены повторные ревизии с удалением БК по следующим причинам: перипротезная инфекция (ППИ) — 7 случаев, асептическое расшатывание бедренного компонента — 5, болевой синдром — 1, механическое разрушение — 1 случай. Средний срок возникновения осложнений составил 31 мес. (SD — 42,5; Me — 15; IQR — 5,0–46,5; min-max — 3–166). Среднее значение проседания БК у всех пациентов составило 1,9 мм (SD — 7,0; Me — 0; IQR — 0–0; min-max — 0,0–37,8). Значительное проседание наблюдалось в 5 (6,4%) случаях. Средняя величина проседания в этой группе пациентов составила 26,5 мм (SD — 8,4; Me — 24,7; IQR — 18,8–35,1; min-max — 18,4–37,8). Все 5 пациентов перенесли повторную ревизию в связи с асептическим расшатыванием бедренного компонента. В 73 (93,6%) случаях проседание было менее 10 мм, среднее проседание составило 0,07 (SD — 0,4; Me — 0; IQR — 0–0; min-max — 0,0–3,3).

Из 73 случаев с проседанием менее 10 мм в 9 (12,3%) имелись осложнения, потребовавшие вы-

полнения повторных ревизий с удалением БК, в 7 случаях по причине ППИ, в одном случае — из-за болевого синдрома и еще в одном наблюдении — из-за механического разрушения БК. У пациентов со значительным проседанием БК значительно чаще встречался бикортикальный контакт менее 2 см по сравнению с группой пациентов с проседанием БК менее 10 мм (табл. 4). Отношение шансов фактора бикортикального контакта менее 2,0 см при сравнении двух групп пациентов составило 15,5 (95% ДИ 1,6–148,9;  $p = 0,017$ ). Наименьшее значение бикортикального контакта выявлено у пациентов с IV типом дефекта бедренной кости — 2,8 см (SD — 2,2; Me — 1,3; IQR — 1,2–4,8; min-max — 1,2–6,3). У пациентов с меньшей потерей бедренной кости мы получили следующие значения бикортикального контакта: дефекты бедренной кости II типа — 5,3 см (SD — 3,1; Me — 6,1; IQR — 2,6–8,2; min-max — 0,0–9,5), дефекты бедренной кости IIIA типа — 4,6 см (SD — 3,7; Me — 4,5; IQR — 0,8–7,5; min-max — 0,0–10,8), дефекты бедренной кости IIIB типа — 5,5 см (SD — 4,0; Me — 4,3; IQR — 2,2–8,6; min-max — 0,0–14,3). Риск возникновения бикортикального контакта менее 2,0 см был выше у пациентов с дефектами бедра IV типа (ОШ = 6,3; 95% ДИ — 0,9–41,5;  $p = 0,048$  для IV типа по сравнению с II, IIIA, IIIB типами).

Таблица 4

### Анализ влияния различных факторов на проседание бедренного компонента

Фактор	Случаи со значительным проседанием БК, $n = 5$	Случаи без значительного проседания БК, $n = 73$	$p$
Возраст, лет	Среднее — 62,4 (SD — 2,6; Me — 62; IQR — 60–65; min-max — от 60 до 66)	Среднее — 56,7 (SD — 11,9; Me — 57; IQR — 52–64; min-max — от 24 до 84)	0,136
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	Среднее — 29,9 (SD — 2,7; Me — 39; IQR — 27,5–31,8; (min-max — от 27,2 до 32,5)	Среднее — 26,5 (SD — 4,6; Me — 26,5; IQR — 23,9–28,5; (min-max — от 17,8 до 38,2)	0,102
Мужской пол	3 (60%)	23 (31%)	0,326
Число вмешательств на тазобедренном суставе	Среднее — 2,4 (SD — 1,9; Me — 1; IQR — 1–4,5; min-max — от 1 до 5)	Среднее — 2,5 (SD — 1,9; Me — 2; IQR — 1–3; min-max — от 1 до 11)	0,835
Наличие инфекции в анамнезе	2 (40%)	31 (42,5%)	1,0
Использование структурных аллографтов	0 (0%)	5 (6,8%)	1,0
Длина БК, мм	Среднее — 249 (SD — 35,8; Me — 225; IQR — 225–285; min-max — от 225 до 305)	Среднее — 232,3 (SD — 41,3; Me — 225; IQR — 190–265; min-max — от 190 до 305)	0,412
Диаметр БК, мм	Среднее — 16,2 (SD — 1,9; Me — 16; IQR — 14,5–18; min-max — от 14 до 19)	Среднее — 17,1 (SD — 2,7; Me — 17; IQR — 15–18; min-max — от 14 до 25)	0,566



Окончание таблицы 4

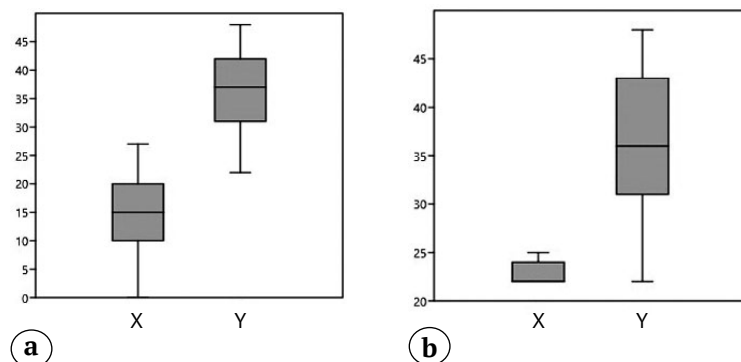
Фактор	Случаи со значительным проседанием БК, $n = 5$	Случаи без значительного проседания БК, $n = 73$	$p$
Интраоперационные перипротезные переломы			
A2	0 (0%)	2 (2,7%)	1,0*
A3	0 (0%)	1 (1,4%)	1,0*
B2	0 (0%)	1 (1,4%)	1,0*
B3	1 (20%)	0 (0%)	0,064*
C2	0 (0%)	1 (1,4%)	1,0*
Перипротезные переломы как причина РЭТС			
B2	0 (0%)	2 (2,7%)	1,0**
B3	0 (0%)	3 (4,1%)	1,0**
Расширенная остеотомия бедренной кости	1 (20%)	14 (19,2%)	1,0
Тип дефекта (по классификации Paprosky)			
II	1 (20%)	15 (20,5%)	1,0***
IIIA	2 (40%)	31 (42,5%)	1,0***
IIIB	0 (0%)	24 (32,9%)	0,316***
IV	2 (40%)	3 (4,1%)	0,031***
Медиально-латеральный бикортикальный контакт <2,0 см	4 (80%)	15 (20,5%)	<b>0,011</b>
Варусно-вальгусное положение бедренного компонента, град.	Среднее — 0,32 (SD — 0,3; Me — 0,3; IQR — 0–0,65; min-max — от 0 до 0,8)	Среднее — 0,63 (SD — 0,9; Me — 0,2; IQR — 0–0,9; min-max — от 0,3 до 3,6)	0,874

Статистически значимое  $p$  выделено жирным шрифтом.

После применения поправки Бонферрони: \* —  $p < 0,01$ ; \*\* —  $p < 0,025$ ; \*\*\* —  $p < 0,0125$ .

При сравнении показателей Oxford Hip Score наблюдалась статистически значимая разница ( $p < 0,001$ ): до операции ( $M \pm SD$  —  $14,5 \pm 7,2$ ; Me — 15; IQR — 10–20; min-max — от 0 до 27) и после операции ( $M \pm SD$  —  $34,2 \pm 7,2$ ; Me — 34; IQR — 28–41; min-max — от 22 до 48). Пациенты со значительным

проседанием БК имели более низкие значения Oxford Hip Score по сравнению с пациентами без значительного проседания — ( $M \pm SD$  —  $22,8 \pm 1,3$ ; Me — 22; IQR — 22–24; min-max — от 22 до 25) против ( $M \pm SD$  —  $36,5 \pm 7,1$ ; Me — 36; IQR — 31–43; min-max — от 22 до 48) ( $p < 0,001$ ) (рис. 3).



**Рис. 3.** Оценка функционального состояния согласно Oxford Hip Score:

а — до операции (х), после операции (у);  
 б — пациенты со значительным проседанием бедренного компонента (х), пациенты без значительного проседания бедренного компонента (у)

**Fig. 3.** The functional status according to the Oxford Hip Score:  
 а — preoperative (x), postoperative (y);  
 б — patients with significant stem subsidence (x), patients without significant stem subsidence (y)

## ОБСУЖДЕНИЕ

В нашем исследовании оценивались результаты применения НКБК в 78 случаях РЭТС. Было отмечено статистически значимое улучшение функциональных исходов, что согласуется с результатами исследований других авторов [21]. Проседание у всех пациентов составило 1,9 мм. Значительное проседание наблюдалось в 5 (6,4%) случаях. Эти результаты сопоставимы с данными, представленными в других исследованиях [10, 11, 22]. Фактором риска значительного проседания был бикортикальный контакт менее 2 см. S. Tangsataporn с соавторами также выделили бикортикальный контакт менее 2 см в качестве фактора риска значительного проседания, но только для модульных конических БК [13]. P. Moriarty с соавторами также сообщают, что модульные конические БК с бикортикальным контактом менее 2 см характеризуются более высокой частотой значительного проседания [14]. Что касается НКБК, то J. Gutiérrez Del Alamo с соавторами и A. Baktır с соавторами сообщили, что значительное проседание связано с плохим заполнением бедренного канала. По нашему мнению, плохое заполнение бедренного канала может косвенно указывать на недостаточный бикортикальный контакт. Но это лишь предположение, поскольку бикортикальный контакт в этих исследованиях не оценивался [10, 12].

Мы обнаружили, что риск получения бикортикального контакта менее 2 см был выше у пациентов с дефектом бедренной кости IV типа по классификации Paprosky ( $p = 0,048$ ). Таким образом, при дефекте бедренной кости IV типа гораздо сложнее достичь порога бикортикального контакта 2 см, что может привести к значительному проседанию. Опция использования НКБК при данном типе дефекта рассматривалась в исследовании D. Regis с соавторами. Ревизионный БК Wagner SL был имплантирован в 12 (29,3%) случаях из 41 в условиях IV типа дефекта бедренной кости по классификации Paprosky, при этом ни в одном случае не наблюдалось значительного проседания БК [11]. С другой стороны, P. Böhm, O. Bischel отметили положительную связь между дефектами бедренной кости, оцениваемыми как IВ и выше по системе классификации Böhm и Bischel, и проседанием ревизионного БК Wagner SL, однако стоит отметить, что характеристики дефектов бедренной кости согласно этой классификации отличаются от характеристик дефектов бедренной кости согласно классификации Paprosky [7]. Мы считаем, что при дефектах бедренной кости IV типа следует с осторожностью использовать НКБК. Мы хотели бы подчеркнуть, что использование НКБК при других типах дефектов бедренной кости может быть хорошим решением, так как, например, при

дефектах бедренной кости типов IIIA, IIIB и II мы получили значения бикортикального контакта значительно выше порогового значения в 2 см, что в конечном итоге снижает риск значительного проседания.

Мы рекомендуем агрессивное рассверливание, особенно в области пьедестала, для обеспечения адекватного контакта БК с кортикальной костью. Мы также считаем целесообразным выполнять интраоперационные рентгенограммы в переднезадней проекции для оценки достижения порогового бикортикального контакта в 2 см, хотя в нашей когорте пациентов только в нескольких случаях проводился интраоперационный рентгенологический контроль.

Наиболее частой причиной удаления НКБК в исследовании A.J. Clair с соавторами, как и в нашей работе, была ППИ — 4,5% от общего числа наблюдений [23]. Авторы отметили, что более высокая частота ППИ у пациентов с НКБК по сравнению с пациентами, которым были установлены модульные БК, может быть связана с большей средней продолжительностью операции при использовании НКБК —  $193 \pm 66$  мин. против  $163 \pm 78$  мин. Среднее время операции с использованием НКБК в нашем исследовании было меньше по сравнению с данными A.J. Clair с соавторами и составило 188,8 мин. В то же время в 5 из 7 случаев, когда ревизионный БК Wagner SL был удален из-за ППИ, пациенты ранее перенесли вмешательства на тазобедренном суставе из-за ППИ. По нашему мнению, развитие ППИ у этих пациентов может быть связано не только с длительностью ревизионного вмешательства, но и с наличием инфекционных осложнений в анамнезе.

## Ограничения исследования

Наше исследование является ретроспективным, мы не располагаем полными данными по каждому пациенту в отдельные временные точки. Все операции выполнялись одним хирургом.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование немодульных конических бедренных компонентов при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава показывает хорошие результаты в отношении частоты повторных ревизий и функциональных показателей. Наиболее частыми причинами повторных ревизий с удалением немодульных конических бедренных компонентов были перипротезная инфекция и асептическое расшатывание. У всех пациентов со значительным проседанием немодульных конических бедренных компонентов была выполнена повторная ревизия по причине асептического расшатывания. Бикортикальный контакт менее 2,0 см являлся фактором риска значительного

проседания немодульных конических бедренных компонентов. Риск возникновения бикортикального контакта менее 2,0 см был выше у пациентов с дефектами бедра IV типа, поэтому при данном

типе дефекта рекомендуется использовать немодульные конические бедренные компоненты с осторожностью или рассматривать другие варианты реконструкции бедра.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

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

**Этическая экспертиза.** Не применима.

**Информированное согласие на публикацию.** Авторы получили письменное согласие пациентов на участие в исследовании и публикацию результатов.

## DISCLAIMERS

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

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

**Ethics approval.** Not applicable.

**Consent for publication.** The authors obtained written consent from patients to participate in the study and publish the results.

## ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

- Furnes O.G.J., Hallan G., Visnes H., Gundersen T., Fenstad A.M., Dybvik E. et al. Annual Report Norwegian National Advisory Unit on Arthroplasty and Hip Fractures. Bergen: Health Bergen H.F.; 2021:2021.
- Kärrholm J., Rogmark C., Naucler E., Nätman J., Vinblad J., Mohaddes M. et al. Swedish Hip Arthroplasty Register Annual report 2019. Available from: [https://registercentrum.blob.core.windows.net/shpr/r/VGR\\_Annual-report\\_SHAR\\_2019\\_EN\\_Digital-pages\\_FINAL-ryxaMBUWZ\\_.pdf](https://registercentrum.blob.core.windows.net/shpr/r/VGR_Annual-report_SHAR_2019_EN_Digital-pages_FINAL-ryxaMBUWZ_.pdf).
- Шубняков И.И., Риахи А., Денисов А.О., Корыткин А.А., Алиев А.Г., Вебер Е.В. и др. Основные тренды в эндопротезировании тазобедренного сустава на основании данных регистра артропластики НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена с 2007 по 2020 г. *Травматология и ортопедия России*. 2021;27(3):119-142. doi: 10.21823/2311-2905-2021-27-3-119-142. Shubnyakov I.I., Riahi A., Denisov A.O., Korytkin A.A., Aliev A.G., Veber E.V. et al. The Main Trends in Hip Arthroplasty Based on the Data in the Vreden's Arthroplasty Register from 2007 to 2020. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2021;27(3):119-142. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2021-27-3-119-142.
- Hamilton W.G., Cashen D.V., Ho H., Hopper R.H. Jr., Engh C.A. Extensively porous-coated stems for femoral revision: a choice for all seasons. *J Arthroplasty*. 2007; 22(4 Suppl 1):106-110. doi: 10.1016/j.arth.2007.01.002.
- Cameron H.U. The long-term success of modular proximal fixation stems in revision total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2002;17(4 Suppl 1):138-141. doi: 10.1054/arth.2002.32462.
- Ovesen O., Emmeluth C., Hofbauer C., Overgaard S. Revision total hip arthroplasty using a modular tapered stem with distal fixation: good short-term results in 125 revisions. *J Arthroplasty*. 2010;25(3):348-354. doi: 10.1016/j.arth.2008.11.106.
- Böhm P., Bischel O. Femoral revision with the Wagner SL revision stem: evaluation of one hundred and twenty-nine revisions followed for a mean of 4.8 years. *J Bone Joint Surg Am*. 2001;83(7):1023-1031.
- Ornstein E., Linder L., Ranstam J., Lewold S., Eisler T., Torper M. Femoral impaction bone grafting with the Exeter stem – the Swedish experience: survivorship analysis of 1305 revisions performed between 1989 and 2002. *J Bone Joint Surg Br*. 2009;91(4):441-446. doi: 10.1302/0301-620X.91B4.21319.
- Wagner H. Revision prosthesis for the hip joint in severe bone loss. *Orthopade*. 1987;16(4):295-300. (In German).
- Baktir A., Karaaslan F., Gencer K., Karaoğlu S. Femoral Revision Using the Wagner SL Revision Stem: A Single-Surgeon Experience Featuring 11-19 Years of Follow-Up. *J Arthroplasty*. 2015;30(5):827-834. doi: 10.1016/j.arth.2014.12.024.
- Regis D., Sandri A., Bonetti I., Braggion M., Bartolozzi P. Femoral revision with the Wagner tapered stem: a ten- to 15-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Br*. 2011;93(10):1320-1326. doi: 10.1302/0301-620X.93B10.25927.
- Gutiérrez Del Alamo J., Garcia-Cimbrelo E., Castellanos V., Gil-Garay E. Radiographic bone regeneration and clinical outcome with the Wagner SL revision stem: a 5-year to 12-year follow-up study. *J Arthroplasty*. 2007;22(4):515-524. doi: 10.1016/j.arth.2006.04.029.
- Tangsataporn S., Safir O.A., Vincent A.D., Abdelbary H., Gross A.E., Kuzyk P.R. Risk Factors for Subsidence of a Modular Tapered Femoral Stem Used for Revision Total Hip Arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2015;30(6):1030-1034. doi: 10.1016/j.arth.2015.01.009.
- Moriarty P., Sheridan G.A., Wong L., Guerin S., Gul R., Harty J.A. Bicortical Contact Predicts Subsidence of Modular Tapered Stems in Revision Total Hip Arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2020;35(8):2195-2199. doi: 10.1016/j.arth.2020.03.047.
- Dawson J., Fitzpatrick R., Carr A., Murray D. Questionnaire on the perceptions of patients about total hip replacement. *J Bone Joint Surg Br*. 1996;78-B:185-190. doi: 10.1302/0301-620X.78B2.0780185.
- Weeden S.H., Paprosky W.G. Minimal 11-year follow-up of extensively porous-coated stems in femoral revision total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2002;17(4 Suppl 1): 134-137. doi: 10.1054/arth.2002.32461.
- Duncan C.P., Haddad F.S. The Unified Classification System (UCS): improving our understanding of periprosthetic fractures. *Bone Joint J*. 2014;96-B(6):713-716. doi: 10.1302/0301-620X.96B6.34040.

18. Masri B.A., Meek R.M., Duncan C.P. Periprosthetic fractures evaluation and treatment. *Clin Orthop Relat Res.* 2004;(420):80-95. doi: 10.1097/00003086-200403000-00012.
19. Callaghan J.J., Salvati E.A., Pellicci P.M., Wilson P.D. Jr., Ranawat C.S. Results of revision for mechanical failure after cemented total hip replacement, 1979 to 1982. A two to five-year follow-up. *J Bone Joint Surg Am.* 1985;67(7):1074-1085.
20. Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis past: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol Electron.* 2001;4:1-9.
21. Sandiford N.A., Garbuz D.S., Masri B.A., Duncan C.P. Nonmodular tapered fluted titanium stems osseointegrate reliably at short term in revision THAs. *Clin Orthop Relat Res.* 2017;475(1):186-192. doi: 10.1007/s11999-016-5091-x.
22. Huang Y., Zhou Y., Shao H., Gu J., Tang H., Tang Q. What is the difference between modular and nonmodular tapered fluted titanium stems in revision total hip arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2017;32(10):3108-3113. doi: 10.1016/j.arth.2017.05.021.
23. Clair A.J., Cizmici Z., Vigdorchik J.M., Poultsides L.A., Schwarzkopf R., Rathod P.A. et al. Nonmodular Stems Are a Viable Alternative to Modular Stems in Revision Total Hip Arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2019;34(7S): S292-S296. doi: 10.1016/j.arth.2019.03.007.

#### Сведения об авторах

✉ Джавадов Алисагиб Аббасович – канд. мед. наук  
Адрес: Россия, 195427, г. Санкт-Петербург,  
ул. Академика Байкова, д. 8  
<https://orcid.org/0000-0002-6745-4707>  
e-mail: [alisagib.dzhavadov@mail.ru](mailto:alisagib.dzhavadov@mail.ru)

Тихилов Рашид Муртузалиевич — д-р мед. наук,  
профессор, чл.-кор. РАН  
<https://orcid.org/0000-0003-0733-2414>  
e-mail: [rtikhilov@gmail.com](mailto:rtikhilov@gmail.com)

Артур Викторович Копцов  
<https://orcid.org/0000-0002-4353-4710>  
e-mail: [avkoptsov@gmail.com](mailto:avkoptsov@gmail.com)

Филонов Павел Владимирович  
<https://orcid.org/0000-0001-7758-0128>  
e-mail: [drpavelfilonov@gmail.com](mailto:drpavelfilonov@gmail.com)

Курбанова Саида Минкаиловна  
<https://orcid.org/0009-0004-5825-5548>  
e-mail: [angelina6791@list.ru](mailto:angelina6791@list.ru)

Шубняков Игорь Иванович — д-р мед. наук  
<https://orcid.org/0000-0003-0218-3106>  
e-mail: [shubnyakov@mail.ru](mailto:shubnyakov@mail.ru)

#### Authors' information

✉ Alisagib A. Dzhavadov — Cand. Sci. (Med.)  
Address: 8, Akademika Baykova st., St. Petersburg, 195427,  
Russia  
<https://orcid.org/0000-0002-6745-4707>  
e-mail: [alisagib.dzhavadov@mail.ru](mailto:alisagib.dzhavadov@mail.ru)

Rashid M. Tikhilov — Dr. Sci. (Med.), Professor  
<https://orcid.org/0000-0003-0733-2414>  
e-mail: [rtikhilov@gmail.com](mailto:rtikhilov@gmail.com)

Artur V. Koptsov  
<https://orcid.org/0000-0002-4353-4710>  
e-mail: [avkoptsov@gmail.com](mailto:avkoptsov@gmail.com)

Pavel V. Filonov  
<https://orcid.org/0000-0001-7758-0128>  
e-mail: [drpavelfilonov@gmail.com](mailto:drpavelfilonov@gmail.com)

Saida M. Kurbanova  
<https://orcid.org/0009-0004-5825-5548>  
e-mail: [angelina6791@list.ru](mailto:angelina6791@list.ru)

Igor I. Shubnyakov — Dr. Sci. (Med.)  
<https://orcid.org/0000-0003-0218-3106>  
e-mail: [shubnyakov@mail.ru](mailto:shubnyakov@mail.ru)

## Сравнительная оценка результатов оперативного лечения пациентов с асептическим некрозом головки бедренной кости ранних стадий

Г.П. Котельников<sup>1</sup>, Д.С. Кудашев<sup>1</sup>, С.Д. Зуев-Ратников<sup>1</sup>, И.С. Шорин<sup>2</sup>,  
В.Г. Асатрян<sup>1</sup>, А.А. Князев<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Самара, Россия

<sup>2</sup> ФКУЗ «Главный клинический госпиталь Министерства внутренних дел Российской Федерации», г. Москва, Россия

### Реферат

**Актуальность.** Наблюдающийся резкий рост пациентов с АНГБК, ассоциированным с перенесенной новой коронавирусной инфекцией COVID-19, определяет необходимость поиска новых эффективных стратегий оперативного лечения, позволяющих получить долгосрочные положительные результаты.


**Цель** — провести сравнительную оценку результатов оперативного лечения пациентов с асептическим некрозом головки бедренной кости ранних стадий с применением разных способов core-декомпрессии и костной аутопластики головки бедренной кости.


**Материал и методы.** Проведен сравнительный анализ результатов лечения пациентов с ранними стадиями асептического некроза головки бедренной кости. Пациенты были распределены по способу лечения на две группы: контрольную и основную. В контрольной группе ( $n = 19$ ) оперативное лечение проводили способом открытой декомпрессии и костной аутопластики головки бедренной кости, используя технику M.P. Rosenwasser “light bulb”. В основную группу ( $n = 17$ ) вошли пациенты, хирургическое лечение которым выполняли с применением разработанного способа комбинированной импакционной аутопластики головки бедренной кости. Клинико-функциональную оценку результатов лечения выполняли с помощью опросника Harris Hip Score (HHS) и шкалы Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index (WOMAC). Оценка проводилась до операции и на сроках 3, 6 и 12 мес. после оперативного вмешательства.

**Результаты.** Проведенный сравнительный анализ показал статистически значимую разницу клинико-функциональных результатов после оперативного лечения у пациентов контрольной и основной групп на всех сроках наблюдения. Изменение показателей Harris Hip Score в виде Me (Q1;Q3) у пациентов контрольной и основной групп на сроках наблюдения 3, 6 и 12 мес. составило 77,0 (68,0;84,0) и 82,0 (75,0;91,0),  $p = 0,001$ ; 79,0 (69,0;85,0) и 88,0 (79,0;95,0),  $p < 0,001$ ; 81,0 (71,0;86,0) и 90,0 (85,0;92,0),  $p < 0,001$  соответственно. По шкале WOMAC была выявлена следующая динамика показателей на тех же сроках наблюдения: 30,0 (25,0;35,0) и 25,0 (21,0;32,0),  $p = 0,002$ ; 27,0 (22,0;33,0) и 20,0 (17,0;27,0),  $p < 0,001$ ; 24,0 (17,0;30,0) и 15,0 (13,0;24,0),  $p < 0,001$ .

**Заключение.** Сравнительная оценка эффективности открытой core-декомпрессии с костной аутопластикой дефекта головки бедренной кости по способу “light bulb” и закрытой внутриочаговой резекции очага некроза с комбинированной импакционной пластикой головки бедренной кости показала, что минимальное травмирование пара- и интраартикулярных тканей при выполнении доступа к зоне патологического очага и проведения основных этапов операции позволяет достичь лучших клинико-функциональных результатов и создать оптимальные условия для процессов ремоделирования в зоне остеопластики.

**Ключевые слова:** асептический некроз головки бедренной кости, АНГБК, core-декомпрессия, костная пластика.

 **Для цитирования:** Котельников Г.П., Кудашев Д.С., Зуев-Ратников С.Д., Шорин И.С., Асатрян В.Г., Князев А.А. Сравнительная оценка результатов оперативного лечения пациентов с асептическим некрозом головки бедренной кости ранних стадий. *Травматология и ортопедия России*. 2024;30(1):52-65. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-17408>.

 Кудашев Дмитрий Сергеевич; e-mail: dmitrykudashew@mail.ru

Рукопись получена: 25.10.2023. Рукопись одобрена: 26.01.2024. Статья опубликована онлайн: 15.02.2024.

© Котельников Г.П., Кудашев Д.С., Зуев-Ратников С.Д., Шорин И.С., Асатрян В.Г., Князев А.А., 2024





## Comparative Assessment of Surgical Treatment Results of Patients with Early-Stage Avascular Necrosis of the Femoral Head

Gennadiy P. Kotelnikov<sup>1</sup>, Dmitry S. Kudashev<sup>1</sup>, Sergey D. Zuev-Ratnikov<sup>1</sup>, Ivan S. Shorin<sup>2</sup>,  
Vardan G. Asatryan<sup>1</sup>, Andrey A. Knyazev<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup> Main Clinical Hospital of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, Moscow, Russia

### Abstract

**Background.** The observed sharp increase in patients with avascular necrosis of the femoral head (ANFH) associated with a new COVID-19 infection determines the need to find some new effective strategies for surgical treatment to achieve long-term positive results.

**Aim of the study** is to make a comparative assessment of surgical treatment results of patients with early-stage avascular necrosis of the femoral head using different techniques of core decompression and autogenous bone grafting of the femoral head.

**Methods.** We performed a comparative analysis of the treatment results of patients with early stages of ANFH. The patients were divided by the treatment method into two groups: control and main. Surgical treatment in the control group (n = 19) consisted of an open decompression and autogenous bone grafting of the femoral head using the Rosenwasser's "light bulb" technique. The main group (n = 17) included the patients who had undergone the developed combined impaction autografting of the femoral head. Clinical and functional assessment of the treatment results was performed using the Harris Hip Score (HHS) questionnaire and the Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index (WOMAC) score. Assessment was performed preoperatively and at 3, 6, and 12 months postoperatively.

**Results.** The performed comparative analysis showed statistically significant difference in clinical and functional results after operative treatment in patients of the control and the main groups at all follow-ups. Change of the HHS values presented as Me (Q1;Q3) in patients of both groups at 3, 6 and 12 months was 77.0 (68.0;84.0) and 82.0 (75.0;91.0), p = 0.001; 79.0 (69.0;85.0) and 88.0 (79.0;95.0), p<0.001; 81.0 (71.0;86.0) and 90.0 (85.0;92.0), p<0.001, respectively. According to the WOMAC, the following dynamics was revealed for the same values: 30.0 (25.0;35.0) and 25.0 (21.0;32.0), p = 0.002; 27.0 (22.0;33.0) and 20.0 (17.0;27.0), p<0.001; 24.0 (17.0;30.0) and 15.0 (13.0;24.0), p<0.001.

**Conclusion.** Comparative assessment of efficacy of the open core decompression with autogenous bone grafting of the femoral head defect using the light bulb technique and closed intralesional resection of necrosis focus with combined impaction grafting of the femoral head showed that the minimal damage to para- and intraarticular tissues when performing the approach to the area of the pathological focus and the main stages of the operation allows to achieve the best clinical and functional results and create optimal conditions for bone remodeling in the grafting area.

**Keywords:** avascular necrosis of the femoral head, core decompression, bone grafting.

**Cite as:** Kotelnikov G.P., Kudashev D.S., Zuev-Ratnikov S.D., Shorin I.S., Asatryan V.G., Knyazev A.A. Comparative Assessment of Surgical Treatment Results of Patients with Early-Stage Avascular Necrosis of the Femoral Head. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2024;30(1):52-65. (In Russian). <https://doi.org/10.17816/2311-2905-17408>.

✉ Dmitry S. Kudashev; e-mail: [dmitrykudashev@mail.ru](mailto:dmitrykudashev@mail.ru)

Submitted: 25.10.2023. Accepted: 26.01.2024. Published Online: 15.02.2024.

## ВВЕДЕНИЕ

Асептический некроз головки бедренной кости (АНГБК) представляет собой ортопедическую патологию с до конца не выясненной этиологией, патогенез которой заключается в нарушении микроциркуляции в области головки и шейки бедренной кости с последующей гибелью остецитов и развитием деструкции костной ткани. АНГБК поражает в основном лиц мужского пола, преимущественно молодого и среднего возрастов, относящихся к наиболее трудоспособной группе населения. Заболевание в течение короткого периода времени от своего дебюта приводит к коллапсу головки бедренной кости, нарушению биомеханики тазобедренного сустава и в конечном счете к развитию терминального остеоартроза [1, 2, 3, 4].

Необходимо сказать, что в настоящее время наблюдается резкий рост числа пациентов с АНГБК, что связано с распространением COVID-19/long-COVID-19 и ассоциировано как с патогенетическими механизмами течения новой коронавирусной инфекции, так и с особенностями ее медикаментозной терапии, включающей системное применение высоких доз глюкокортикостероидов [5, 6].

Несмотря на разработанный и применяемый протокол комплексного консервативного лечения при этой патологии, его результаты далеко не всегда удовлетворяют пациентов и врачей, что связано, с одной стороны, с агрессивностью течения заболевания, а с другой — с высокими запросами больных к функциональному состоянию сустава. Именно поэтому сегодня крайне актуальным направлением оперативного лечения пациентов этой категории становится органосохраняющая (суставосберегающая) хирургия, позволяющая не только сохранить сустав, но и обеспечить коррекцию основных звеньев патологических процессов асептического остеонекроза.

Среди органосохраняющих операций патогенетически наиболее обоснованными являются комбинированные операции, включающие core-декомпрессию головки бедренной кости и последующее замещение пострезекционного дефекта с помощью того или иного способа костной аутопластики. Сочетание указанных этапов и использование собственной костной ткани в качестве пластического материала обеспечивают не только устранение патологического очага и снижение внутрикостного давления в области головки бедренной кости, но и условия для ремоделирования и реваскуляризации костной ткани в зоне поражения, восстановления опорной функции головки бедренной кости и предотвращения дальнейшего развития ее коллапса [7, 8, 9, 10, 11, 12]. При этом сравнительная оценка результатов применения способов открытой core-декомпрессии с костной аутопластикой дефекта головки бедренной кости

и закрытой внутриочаговой резекции головки бедренной кости с костной аутопластикой представляет собой важную задачу, решение которой позволит обосновать оптимальный вариант оперативного лечения.

*Цель работы* — провести сравнительную оценку результатов оперативного лечения пациентов с асептическим некрозом головки бедренной кости ранних стадий с применением разных способов core-декомпрессии и костной аутопластики головки бедренной кости.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для достижения поставленной в работе цели нами был проведен сравнительный анализ результатов хирургического лечения пациентов с ранними стадиями асептического некроза головки бедренной кости, проходивших стационарное лечение в травматолого-ортопедическом отделении Клиник ФГБОУ ВО «СамГМУ» Минздрава России с 2019 по 2021 г. включительно.

### Дизайн исследования

Было проведено неослепленное рандомизированное клиническое исследование в параллельных группах, соответствующих способу оперативного лечения. Дизайн исследования был разработан в соответствии с рекомендациями CONSORT 2010 (CONsolidated Standards Of Reporting Trials) [13, 14].

В работу вошел анализ результатов лечения 36 пациентов.

*Критерии включения* в исследование: пол — любой; возраст — до 50 лет; верифицированный АНГБК II и IIIa стадий по ARCO (Association Research Circulation Osseous) [15]; односторонний характер поражения.

*Критериями не включения* в исследование являлись: верифицированный АНГБК IIIb и IV стадий (по ARCO); двустороннее поражение; остеоартроз тазобедренного сустава; наличие декомпенсированной соматической патологии; беременность; алиментарно-конституциональное ожирение выше II степени ( $ИМТ > 39,9 \text{ кг/м}^2$ ); наличие верифицированной системной ревматологической патологии; переломы проксимального отдела бедренной кости в анамнезе.

Вышеуказанным критериям включения соответствовали все 36 пациентов, результаты лечения которых удалось проследить на всех сроках наблюдения согласно дизайну исследования.

Все пациенты путем стратифицированной (послойной) рандомизации были распределены в зависимости от способа хирургического лечения на две группы — контрольную и основную. Стратификацию осуществляли распределением пациентов по группам с учетом следующих факторов:

пол, возраст, стадия асептического некроза и длительность заболевания. Стратифицированная рандомизация пациентов по группам представлена в таблице 1.

Выделенные группы статистически значимых различий по вышеуказанным признакам не имели.

В контрольной группе ( $n = 19$ ) оперативное лечение проводили способом открытой декомпрессии и костной аутопластики головки бедренной кости, используя предложенную М.Р. Rosenwasser технику “light bulb” [16]. Основные этапы операции выполняли следующим образом. Осуществляли переднебоковой доступ к тазобедренному суставу. Переднюю стенку капсулы сустава Т-образно пересекали и брали на держалки. Визуально оценивали суставную поверхность головки бедренной кости. Далее, не производя вывих в тазобедренном суставе, под контролем электронно-оптического преобразователя (ЭОП) на границе гиалинового хряща головки бедренной кости формировали «окно», через которое выполняли иссечение очага остеонекроза. После этого в области большого вертела производи-

ли забор костной ткани, из которой формировали свободный структурно-губчатый аутотрансплантат необходимых формы и размера. В завершении операции выполняли костную аутопластику головки бедренной кости сформированным аутотрансплантатом, который по методике press-fit вводили в область пострезекционного дефекта.

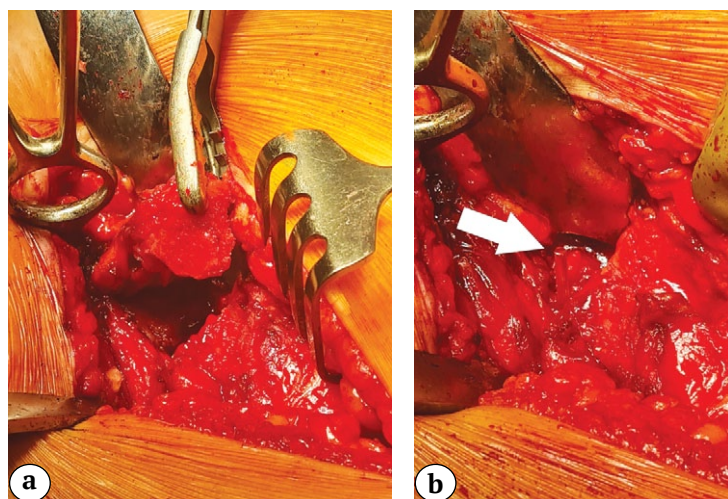
В ряде случаев, при использовании костных трансплантатов больших размеров, выполняли их дополнительную фиксацию с помощью биодеградируемых имплантатов — пинов ActivaPin™ (Bioretec Ltd.) (рис. 1).

В основную группу ( $n = 17$ ) вошли пациенты, хирургическое лечение которым выполняли с применением разработанного в клинике и на кафедре травматологии, ортопедии и экстремальной хирургии им. акад. РАН А.Ф. Краснова СамГМУ способа комбинированной импакционной аутопластики головки бедренной кости (патент РФ на изобретение № 2583577 от 13.04.2016). Суть способа состоит в проведении миниинвазивной внутриочаговой резекции головки бедренной

Таблица 1

## Стратифицированная рандомизация пациентов по группам

Признак		Контрольная группа ( $n = 19$ )	Основная группа ( $n = 17$ )	$p$
Пол	Мужской	14 (73,7%)	13 (76,4%)	0,531
	Женский	5 (26,3%)	4 (23,6%)	
Возраст, лет	18–29	5 (26,3%)	4 (23,6%)	0,668
	30–39	8 (42,1%)	9 (52,9%)	
	40–49	6 (31,6%)	4 (23,5%)	
Длительность заболевания	<12 мес.	11 (57,9%)	8 (47,1%)	0,765
	12–24 мес.	8 (42,1%)	9 (52,9%)	
Стадия АНГБК	II	11 (57,9%)	9 (52,9%)	0,566
	IIIa	8 (42,1%)	8 (47,1%)	



**Рис. 1.** Этап операции — введение и фиксация костного аутотрансплантата в области пострезекционного дефекта головки бедренной кости с помощью биодеградируемых пинов: а — вид костного аутотрансплантата перед введением в область дефекта; б — вид фиксирующего пина в операционной ране после его установки (указан стрелкой)

**Fig. 1.** Stage of the surgery — introduction and fixation of the bone autograft in the area of the postresection defect of the femoral head using bioabsorbable pins: a — view of the bone autograft before insertion into the defect area; b — view of the pin fixed in the surgical wound after its insertion (indicated by arrow)



кости и использовании костной ткани, полученной в процессе формирования канала к зоне остеонекроза, для замещения дефекта, а также в применении мышечной аутопластики несвободным ауто-трансплантатом из средней ягодичной мышцы. Это позволяет уйти от дополнительной травматизации костной ткани области проксимального отдела бедренной кости (или крыла подвздошной кости), ассоциированной с забором костной ткани, и обеспечить оптимальные условия для процессов ремоделирования в области трансплантации.

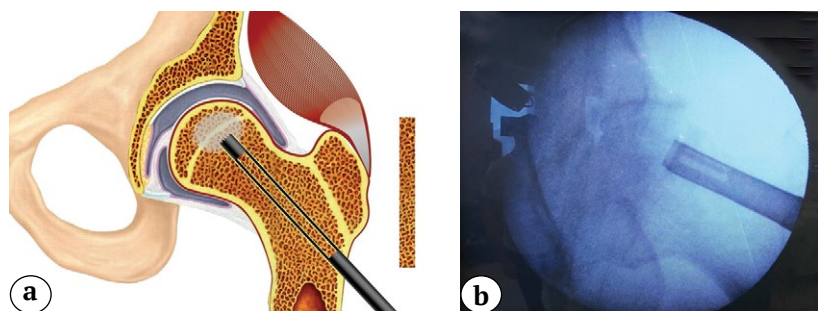
Этапы операции выполняли следующим образом. Линейным разрезом кожи и рассечением глубже лежащих мягких тканей осуществляли доступ к области большого вертела бедренной кости. Далее под ЭОП-контролем с помощью полой фрезы диаметром 6 мм формировали костный канал, проходящий через межвертельную зону, шейку и головку бедренной кости непосредственно к очагу поражения в последней (рис. 2).

Полученную костную ткань, удаленную из полой фрезы, сохраняли, механически измельчали и формировали из нее костный аутоотрансплантат (рис. 3).

Для реализации следующего этапа хирургического вмешательства использовали разработанный нами хирургический инструментарий — фрезу для внутриочаговой резекции костной ткани (Патент РФ на полезную модель № 171951 от 10.01.2017) (рис. 4).

При помощи данного инструмента под контролем ЭОП выполняли последовательную резекцию головки бедренной кости в области патологического очага, объем которой контролировали углом раскрытия режущих лопастей (рис. 5).

После удаления некротического очага переходили к этапу костной аутопластики — подготовленный ранее костный аутоотрансплантат импактировали в зону костного дефекта головки бедренной кости (рис. 6).



**Рис. 2.** Этап операции — формирование костного канала к очагу остеонекроза в головке бедренной кости:

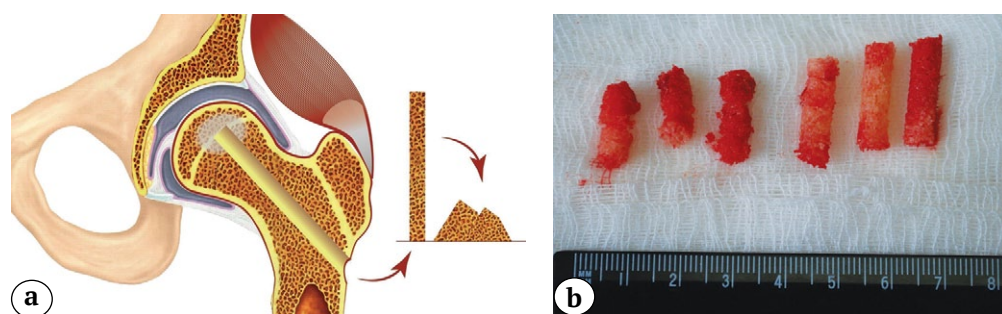
а — схематическое изображение этапа операции;

б — интраоперационный ЭОП-контроль формирования внутрикостного канала

**Fig. 2.** Stage of the surgery — formation of a bone canal to the osteonecrosis focus in the femoral head:

а — scheme of the stage;

б — intraoperative fluoroscopy control of intracanal canal being formed



**Рис. 3.** Этап операции — формирование костного аутоотрансплантата:

а — схематическое изображение этапа операции;

б — интраоперационный вид костной ткани, полученной в результате формирования канала

**Fig. 3.** Stage of the surgery — formation of the bone autograft:

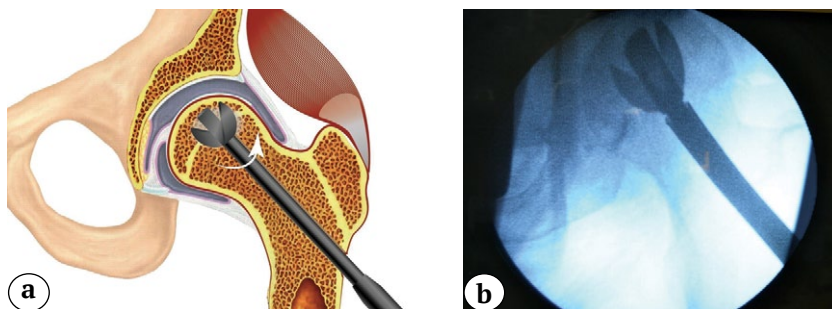
а — scheme of the stage;

б — intraoperative view of the bone tissue obtained as a result of the canal formation



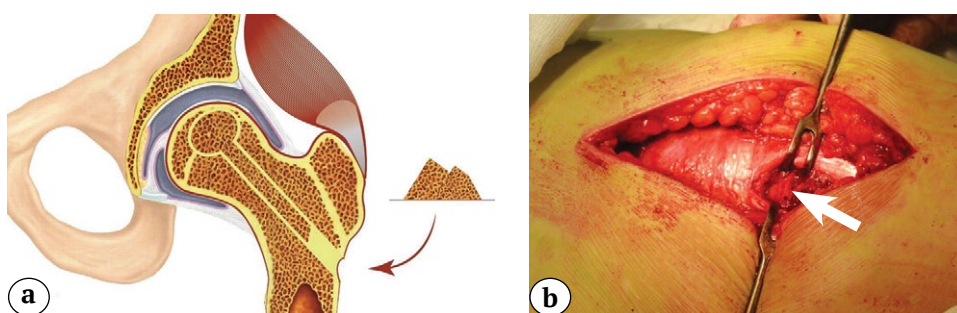
**Рис. 4.** Вид фрезы для внутриочаговой резекции костной ткани с раскрытыми режущими лопастями (указаны стрелками)

**Fig. 4.** Cutter for intralesional bone tissue resection with opened cutting blades (indicated by arrows)



**Рис. 5.** Этап операции — внутриочаговая резекция головки бедренной кости с помощью разработанной фрезы: а — схематическое изображение этапа операции; б — интраоперационное изображение ЭОП-контроля выполнения этапа внутриочаговой резекции головки бедренной кости

**Fig. 5.** Stage of the surgery — intralesional resection of the femoral head using the developed cutter: а — scheme of the stage; б — intraoperative fluoroscopy control image of the intralesional resection of the femoral head



**Рис. 6.** Этап операции — костная аутопластика пострезекционного дефекта головки бедренной кости: а — схема этапа операции; б — интраоперационный вид импактируемого костного аутооттрансплантата в канале (указан стрелкой)

**Fig. 6.** Stage of the surgery — autogenous bone grafting of the postresection defect of the femoral head: а — scheme of the stage; б — intraoperative view of the impacted bone autograft in the canal (indicated by arrow)

Далее из этого же оперативного доступа выполняли выделение средней ягодичной мышцы, из волокон задней порции которой формировали несвободный мышечный трансплантат длиной 5–6 см и шириной около 1,5 см с сохранением места прикрепления к большому вертелу (рис. 7).

Завершающим этапом операции выполняли миопластику: вводили мышечный аутооттрансплантат в дистальный отдел внутрикостного канала межвертельной области и шейки бедренной кости с последующей транссосальной фиксацией (рис. 8).

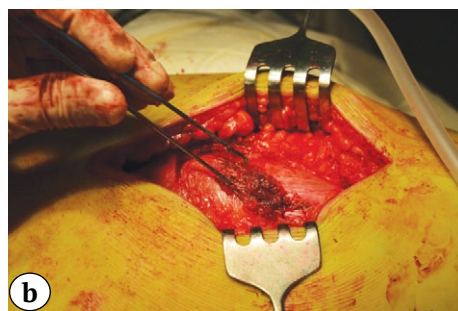
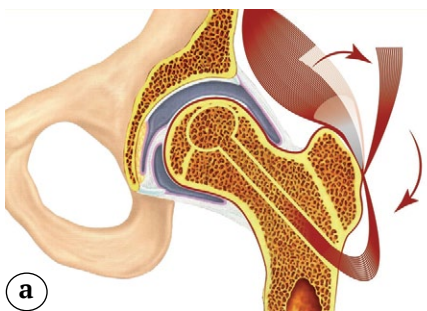
Протокол послеоперационного ведения пациентов обеих клинических групп был идентичен. Оперированную нижнюю конечность не иммобилизовали; опорную нагрузку ограничивали на 12 нед. со дня операции, при этом амплитудные движения в тазобедренном суставе разрешали с первых суток после операции. Протокол периоперационного медикаментозного лечения у всех пациентов обеих групп был идентичен.





**Рис. 7.** Вид мышечного трансплантата из средней ягодичной мышцы в операционной ране

**Fig. 7.** View of the muscle graft from the gluteus medius muscle in the surgical wound



**Рис. 8.** Этап операции — миопластика дистальной области костного канала:

а — схема этапа операции;

б — вид мышечного аутографта после его фиксации у зоны вхождения в костный канал

**Fig. 8.** Stage of the surgery — myoplasty of the distal region of the bone canal:

а — scheme of the stage;

б — view of the muscle autograft after its fixation at the bone canal entry zone

Клинико-функциональную оценку результатов лечения выполняли с помощью опросника Харриса для тазобедренного сустава (Harris Hip Score, HHS) и шкалы оценки остеоартрита университетов Западного Онтарио и МакМастера (Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index, WOMAC) [17]. Оценка проводилась до операции и в сроки 3, 6 и 12 мес. после оперативного вмешательства.

Кроме этого, для анализа динамики патологического процесса в области проведенной операции, а также с целью объективизации оценки структурных изменений в области головки бедренной кости в прооперированном тазобедренном суставе всем пациентам на сроках 6 и 12 мес. после операции выполняли рентгенограммы пораженного сустава, КТ и МРТ.

### Статистический анализ

Сравнение результатов между группами были выполнены на основе непараметрического критерия Манна–Уитни–Вилкоксона. Критические значения уровня статистической значимости при проверке нулевой гипотезы принимали равными  $p < 0,05$ . Соответствие распределения данных нормальному закону проверяли на основе теста Шапиро–Уилка. Количественные данные описывали с помощью медианы и квартилей Me (Q1; Q3), минимума и максимума (min, max). Качественные данные описывали с помощью абсолютных и относительных частот. Статистическую обработ-

ку проводили с помощью программы IBM SPSS Statistics 25 PS.

### РЕЗУЛЬТАТЫ

Показатели значений шкалы WOMAC и опросника Harris Hip Score у пациентов обеих групп на всех сроках наблюдения представлены в таблице 2.

Визуализация динамики показателей шкалы WOMAC и опросника Harris Hip Score у пациентов контрольной и основной групп на всех сроках наблюдения представлена на рисунках 9 и 10 соответственно.

Проведенный сравнительный анализ показал статистически значимую разницу в клинико-функциональных результатах после оперативного лечения у пациентов контрольной и основной групп. При этом пациенты основной группы продемонстрировали в сравнительном аспекте лучшие результаты на всех сроках наблюдения, однако наиболее выраженная их разница была отмечена на сроке наблюдения 6 мес. после операции с дальнейшим сохранением этого тренда вплоть до 12 мес. после хирургического вмешательства. Мы считаем, что это обусловлено двумя основными факторами: во-первых, малотравматичностью оперативного доступа и закрытым выполнением основных этапов операции, без травмирования пери- и интраартикулярных тканей тазобедренного сустава, во-вторых, более ранней двигательной активацией пациентов и сокращением периода их реабилитации.

Таблица 2

## Показатели шкалы WOMAC и опросника Harris Hip Score

Срок	Шкала	Контрольная группа					Основная группа					$p$ I-II
		min	Q1	Me	Q3	max	min	Q1	Me	Q3	max	
До операции	WOMAC	27,0	31,0	34,0	36,0	38,0	28,0	31,0	32,0	35,0	38,0	0,203
	Harris Hip Score	64,0	71,0	74,0	79,0	81,0	64,0	73,0	75,0	77,5	80,0	0,634
3 мес. после операции	WOMAC	25,0	27,0	30,0	31,0	35,0	21,0	23,0	25,0	29,0	32,0	0,002
	Harris Hip Score	68,0	72,0	77,0	80,0	84,0	75,0	80,0	82,0	89,5	91,0	0,001
6 мес. после операции	WOMAC	22,0	23,0	27,0	28,0	33,0	17,0	19,0	20,0	23,0	27,0	<0,001
	Harris Hip Score	69,0	74,0	79,0	82,0	85,0	79,0	84,5	88,0	91,0	95,0	<0,001
12 мес. после операции	WOMAC	17,0	20,0	24,0	25,0	30,0	13,0	14,0	15,0	16,0	24,0	<0,001
	Harris Hip Score	71,0	75,0	81,0	84,0	86,0	85,0	89,0	90,0	91,0	92,0	<0,001

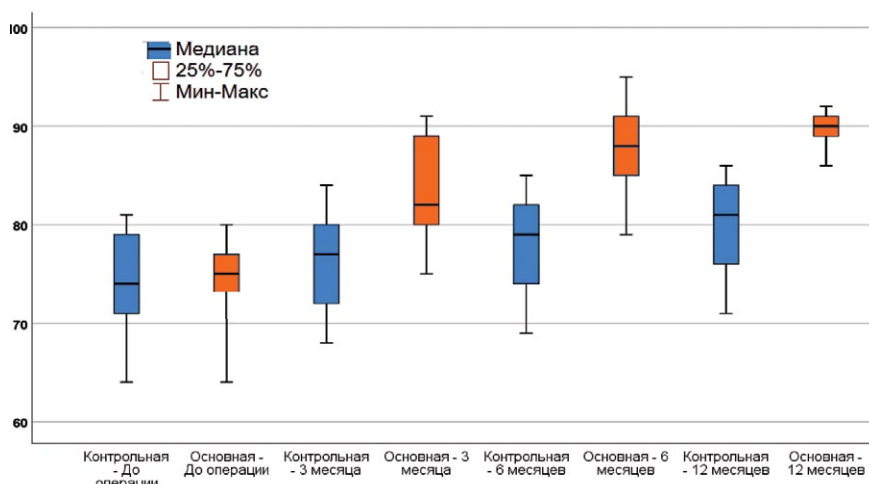


Рис. 9. Динамика показателей шкалы WOMAC у пациентов групп сравнения

Fig. 9. Dynamics of the WOMAC scale values in patients of comparison groups

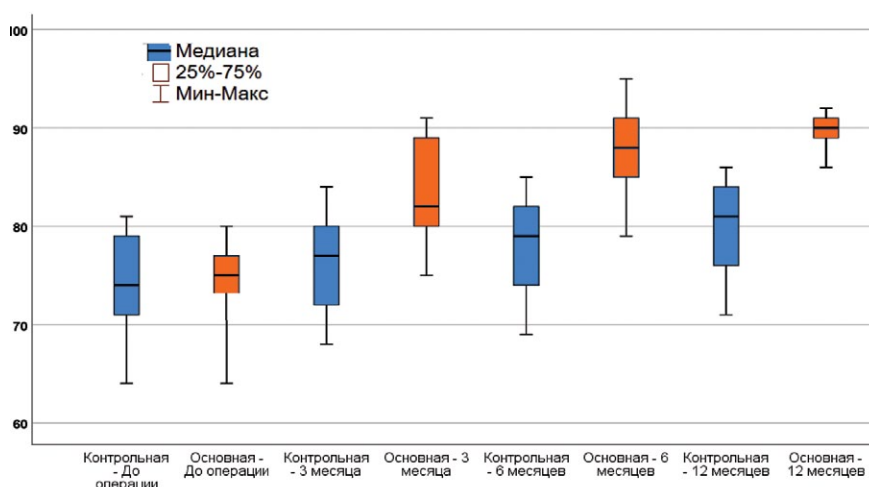


Рис. 10. Динамика показателей опросника HHS у пациентов групп сравнения

Fig. 10. Dynamics of the HHS questionnaire scores in patients of comparison groups

При анализе контрольных рентгенограмм тазобедренного сустава в прямой проекции оценивали макроскопически визуализируемые изменения структуры костной ткани головки бедренной кости, а также степень прогрессирования рентгенологических признаков деструктивно-дистрофического процесса. Через 6 мес. после операции наблюдали формирование коллапса головки бедренной кости у одного пациента основной группы и у трех пациентов контрольной группы, при этом рентгенологические признаки экстраполяции патологического процесса на весь сустав в виде развития остеоартроза отмечали лишь у одного пациента контрольной группы.

Через 12 мес. после хирургического вмешательства коллапс головки бедренной кости с прогрессией АНГБК до IIIb стадии без признаков остеоартроза был отмечен у двух пациентов контрольной группы; еще у двух пациентов этой группы мы наблюдали дальнейшее прогрессирование поражения с формированием терминального остеоартроза тазобедренного сустава. В основной группе на этом сроке наблюдения у двух пациентов наблюдали переход IIIa стадии АНГБК в стадию IIIb, но без усиления клинической симптоматики со стороны пораженного сустава.

Изменения на КТ коррелировали с результатами, полученными при рентгенологическом исследовании на соответствующих сроках наблюдения. Важным субстратом патологического процесса, который мы верифицировали с помощью КТ, являлся процесс формирования кистовидных очагов в головке бедренной кости, характерный для развития АНГБК и свидетельствующий о его прогрессировании. Указанные изменения отсутствовали у пациентов обеих групп на сроке наблюдения

6 мес., однако при анализе КТ, выполненных через 12 мес. после операции, наблюдали увеличение количества кистовидных просветлений у двух пациентов контрольной группы, при этом у одного из них определяли формирование деструктивно-дистрофических кист и в области крыши вертлужной впадины.

Типичной КТ-картиной у пациентов основной группы являлись визуализация костного канала в области метаэпифиза и находящийся на той или иной стадии процесс перестройки костного ауто-трансплантата (рис. 11).

На МРТ тазобедренного сустава оценивали выраженность трабекулярного отека с оценкой динамики его распространения или регрессии, размеры патологического очага, степень изменений структуры костной ткани в области проведенной операции, а также наличие синовита и состояние суставного хряща.

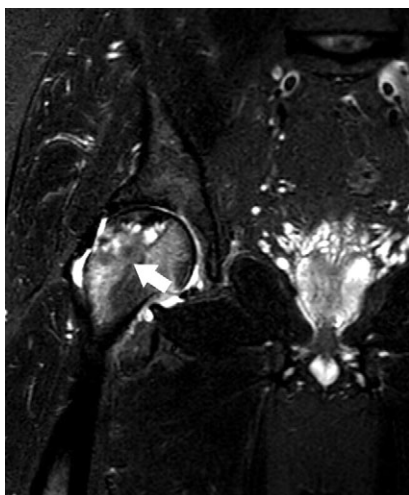
Оценка МРТ через 6 мес. после хирургического вмешательства демонстрировала схожую картину у пациентов обеих групп, что, очевидно, было связано с однотипностью развивающихся процессов перестройки костных ауто-трансплантатов в области вмешательства. Однако при анализе МРТ тазобедренного сустава через 12 мес. после операции мы наблюдали отчетливый тренд увеличения зоны распространения отека костного мозга головки бедренной кости, а также наличие сохраняющегося и ярко выраженного перифокального отека области трансплантации у 5 пациентов контрольной группы (рис. 12).

В основной группе, несмотря на сохраняющийся трабекулярный отек, отмечали интеграцию и выраженную перестройку костного ауто-трансплантата в месте его импактирования (рис. 13).



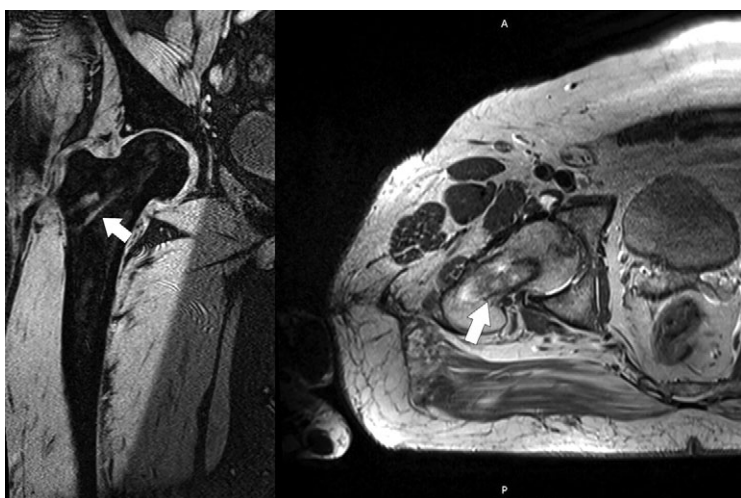
**Рис. 11.** КТ тазобедренных суставов через 12 мес. после закрытой комбинированной аутопластики головки бедренной кости слева: наблюдаются контуры костного канала и завершенная перестройка костного ауто-трансплантата головки бедренной кости (указаны стрелками) с сохранением ее анатомической формы

**Fig. 11.** CT scans of the hip joints 12 months after the closed combined autografting of the left femoral head: contours of the bone canal and completed remodeling of the femoral head autograft (indicated by arrows) with preservation of its anatomical shape are observed



**Рис. 12.** МРТ правого тазобедренного сустава через 12 мес. после операции core-декомпрессии по методике “light bulb”: наблюдается выраженный трабекулярный отек в области трансплантации, распространяющийся на метафизарный отдел (указан стрелкой)

**Fig. 12.** MRI of the right hip joint 12 months after the core decompression using the light bulb technique: a pronounced trabecular edema is observed in the area of grafting, spreading to the metaphyseal region (indicated by arrows)



**Рис. 13.** МРТ левого тазобедренного сустава через 12 мес. после операции закрытой комбинированной аутопластики головки бедренной кости: патологические изменения в головке бедренной кости отсутствуют, наблюдается умеренный трабекулярный отек в области мышечного аутотрансплантата (указан стрелками)

**Fig. 13.** MRI of the left hip joint 12 months after the closed combined autografting of the femoral head: no pathologic changes in the femoral head, moderate trabecular edema in the area of the muscle autograft (indicated by arrows)

## ОБСУЖДЕНИЕ

Современные методы диагностики, такие как МРТ и КТ, дают возможность диагностировать АНГБК на ранних стадиях, что, в свою очередь, позволяет своевременно начать лечение с целью предотвращения прогрессирования заболевания, однако выбор метода лечения уже на данном этапе является сложной задачей [18, 19, 20]. Это связано с тем, что консервативное лечение, начатое даже на ранних стадиях, в значительном числе случаев имеет непродолжительный или невыраженный клинический эффект, вынуждая в ближайшей перспективе либо менять лечебную тактику, либо сразу рассматривать тот или иной вариант хирургической коррекции [21, 22].

Среди способов хирургического лечения АНГБК выделяют две основные группы: к первой из них относятся органосохраняющие операции, включающие в себя изолированную core-декомпрессию головки бедренной кости и комбинированные операции, сочетающие декомпрессию с одномоментно выполняемой пластикой головки бедрен-

ной кости; ко второй — тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава [23, 24, 25, 26].

Тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава, проводимое пациентам молодого возраста, при АНГБК является по сути операцией «отчаяния», и ее следует рассматривать в качестве последней возможности хирургического лечения. Кроме определенных функциональных ограничений в отношении прооперированного сустава и рисков эндопротез-ассоциированных осложнений (вывихи, перипротезная инфекция, перипротезные переломы), тотальное эндопротезирование, выполняемое пациентам этой возрастной категории, сопряжено с высокой вероятностью ревизионного эндопротезирования в будущем [1, 22, 27, 28].

Несмотря на то, что в настоящее время арсенал способов оперативного лечения пациентов с предколлапсными стадиями АНГБК активно расширяется и представлен вариативным рядом от корригирующих остеотомий проксимального отдела бедренной кости до внутрикостного введения мезенхимальных стволовых клеток, заполнения



пострезекционных костных дефектов имплантатами из металлов и др., core-декомпрессия головки бедренной кости с костной пластикой трансплантатами, имеющими аутогенное происхождение, является наиболее обоснованным с патогенетической точки зрения и прогнозируемым в плане результатов способом хирургического лечения [29].

В отношении выбора хирургического доступа и реализации основных этапов выполнения core-декомпрессии и костной пластики области дефекта на сегодняшний день не существует консенсуса. Некоторые авторы используют открытые способы доступа к зоне поражения — путем артротомии и последующей фенестрации шейки или непосредственно головки бедренной кости; другие являются сторонниками исключительно закрытых малоинвазивных техник, при которых доступ к очагу в головке бедренной кости выполняют из подвертельной области через межвертельную зону и шейку бедренной кости [30, 31, 32]. При этом следует отметить, что выбор хирургического доступа к очагу поражения при АНГБК является важным аспектом, так как именно он определяет возможность реализации таких важных с патогенетической точки зрения этапов операции, к которым, например, относится мышечная аутопластика.

Безусловно, один из важнейших дискуссионных вопросов — выбор варианта реализации основных этапов указанной операции — все еще далек от своего окончательного разрешения. Открытые варианты (техники “trapdoor” и “light bulb”) на сегодняшний день не потеряли своей актуальности, а их сторонники обосновывают свой выбор возможностью точной топической верификации очага поражения и прецизионного проведения костной аутопластики ad oculum [30, 33].

Апологеты закрыто выполняемых способов справедливо указывают, что травматизация пери- и интраартикулярных тканей сустава, включая капсулу сустава и гиалиновый хрящ, является важнейшим предиктором неизбежного и активного прогрессирования деструктивно-дистрофических процессов в суставе в послеоперационном периоде и, соответственно, нивелирует саму воз-

можность получения положительных отдаленных результатов лечения. С другой стороны, закрытые варианты выполнения core-декомпрессии требуют от хирурга тщательного планирования хирургического вмешательства, постоянного интраоперационного объективного контроля всех шагов его реализации, а также соответствующего технического обеспечения операционной [34].

На наш взгляд, решение указанных проблем возможно с помощью создания лечебного алгоритма, основанного на стандартизированной системе классификации АНГБК, обеспечивающей точность прогнозирования прогрессирования заболевания и, соответственно, обосновывающей выбор соответствующих вариантов хирургического лечения. Кроме этого, безусловно, необходимо проведение дальнейших исследований, в сравнительном аспекте изучающих не только среднесрочные, но и отдаленные результаты оперативного лечения этой категории пациентов.

### Ограничение исследования

Наше исследование, как и большинство подобных работ, имеет существенное ограничение по размерам групп наблюдения, но выявленные нами факторы должны учитываться специалистами.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сравнительная оценка эффективности открытой core-декомпрессии с костной аутопластикой дефекта головки бедренной кости по способу “light bulb” и закрытой внутриочаговой резекции очага некроза с комбинированной импакционной пластикой головки бедренной кости по разработанному способу у пациентов с асептическим некрозом головки бедренной кости II и IIIa стадии (по ARCO) показала, что минимальное травмирование пара- и интраартикулярных тканей при выполнении доступа к зоне патологического очага и проведении основных этапов операции является одним из ключевых факторов, обеспечивающих достижение лучших клинико-функциональных результатов и создающих оптимальные условия для процессов ремоделирования в зоне трансплантации.

### DISCLAIMERS

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

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

**Ethics approval.** Ethical review. The study was performed on the basis of ethical principles of the World Medical Association’s Declaration of Helsinki (2013), «Good Clinical Practice in the Russian Federation» approved by the order of the Ministry of Health of the Russian Federation

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

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

**Этическая экспертиза.** Исследование было выполнено на основании этических принципов Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации, (2013), «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными приказом Минздрава РФ



от 19.06.2003 г. № 266, с соблюдением основ трехстороннего Соглашения по надлежащей клинической практике (ICH GCP).

Исследование одобрено Комитетом по биоэтике при Самарском государственном университете (выписка из протокола № 147 от 12.11.2014 г.).

**Информированное согласие на публикацию.** Авторы получили письменное согласие пациентов на участие в исследовании и публикацию результатов.

from 19.06.2003 N 266, in compliance with the basics of the tripartite Agreement on Good Clinical Practice (ICH GCP).

The study was approved by the Bioethics Committee under Samara State Medical University (extract from the protocol N 147, 12.11.2014).

**Consent for publication.** The authors obtained written consent from patients to participate in the study and publish the results.

## ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Качанов Д.А., Усов С.А., Вострилов И.М., Залецкая А.А., Калабагова М.М., Ведмедь В.А. и др. Возможности лечения асептического некроза головки бедренной кости. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2019;12(90):201-202. doi: 10.23670/IRJ.2019.90.12.042. Kachanov D.A., Usov S.A., Vostrilov I.M., Zaletskaya A.A., Kalabagova M.M., Vedmed V.A. et al. Treatment options for aseptic necrosis of femoral head. *International Research Journal*. 2019;12(90):201-202. (In Russian). doi: 10.23670/IRJ.2019.90.12.042.
2. Панин М.А., Бойко А.В., Абакиров М.Д., Петросян А.С., Ананьин Д.А., Авад М.М. Консервативное лечение аваскулярного некроза головки бедренной кости (обзор литературы). *Гений ортопедии*. 2022;28(2):274-281. doi: 10.18019/1028-4427-2022-28-2-274-281. Panin M. A., Boiko A.V., Abakirov M.D., Petrosyan A.S., Ananin D.A., Awad M.M. Conservative treatment of avascular necrosis of the femoral head (literature review). *Genij Ortopedii*. 2022;28(2):274-281. (In Russian). doi: 10.18019/1028-4427-2022-28-2-274-281.
3. Cui Q., Jo W.L., Koo K.H., Cheng E.Y., Drescher W., Goodman S.B., et al. ARCO Consensus on the pathogenesis of non-traumatic osteonecrosis of the femoral head. *J Korean Med Sci*. 2021;36(10):e65. doi: 10.3346/jkms.2021.36.e65.
4. Панин М.А., Загородний Н.В., Карчебный Н.Н., Садков И.А., Петросян А.С., Закирова А.Р. Современный взгляд на патогенез нетравматического остеонекроза. *Вестник травматологии и ортопедии им Н.Н. Приорова*. 2017;24(2):69-75. doi: 10.17816/vto201724269-75. Panin M.A., Zagorodniy N.V., Karchebnyi N.N., Sadkov I.A., Petrosyan A.S., Zakirova A.R. Modern view on pathogenesis of non-traumatic osteonecrosis. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2017;24(2):69-75. (In Russian). doi: 10.17816/vto201724269-75.
5. Торгашин А.Н., Родионова С.С. Остеонекроз у пациентов, перенесших COVID-19: механизмы развития, диагностика, лечение на ранних стадиях (обзор литературы). *Травматология и ортопедия России*. 2022;28(1):128-137. Torgashin A.N., Rodionova S.S. Osteonecrosis in Patients Recovering from COVID-19: Mechanisms, Diagnosis, and Treatment at Early-Stage Disease (Review). *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2022;28(1):128-137. (In Russian). doi: 10.17816/2311-2905-1707.
6. Agarwala S.R., Vijayvargiya M., Pandey P. Avascular necrosis as a part of 'long COVID-19'. *BMJ Case Rep*. 2021;14(7):e242101. doi: 10.1136/bcr-2021-242101.
7. Конев В.А., Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Мясоедов А.А., Денисов А.О. Эффективность использования биорезорбируемых материалов для заполнения костных полостей при остеонекрозе головки бедренной кости. *Травматология и ортопедия России*. 2014;20(3):28-38. doi: 10.21823/2311-2905-2014-0-3-28-38. Konev V.A., Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I., Myasoedov A.A., Denisov A.O. Bioresorbable materials for bone defects substitution in patients with osteonecrosis of the femoral head. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2014;20(3):28-38. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2014-0-3-28-38.
8. Landgraeber S., Warwas S., Claßen T., Jäger M. Modifications to advanced core decompression for treatment of avascular necrosis of the femoral head. *BMC Musculoskelet Disord*. 2017;18(1):479. doi: 10.1186/s12891-017-1811-y.
9. Hua K.C., Yang X.G., Feng J.T., Wang F., Yang L., Zhang H. et al. The efficacy and safety of core decompression for the treatment of femoral head necrosis: a systematic review and meta-analysis. *J Orthop Surg Res*. 2019;14(1):306. doi: 10.1186/s13018-019-1359-7.
10. Talmaç M.A., Kanar M., Sönmez M.M., Özdemir H.M., Dırvar F., Tenekecioğlu Y. The Results of Core Decompression treatment in avascular necrosis of the femoral head. *Sisli Etfal Hastan Tip Bul*. 2018;52(4):249-253. doi: 10.14744/SEMB.2018.47135.
11. Andronic O., Weiss O., Shoman H., Kriechling P., Khanduja V. What are the outcomes of core decompression without augmentation in patients with nontraumatic osteonecrosis of the femoral head? *Int Orthop*. 2021;45(3):605-613. doi: 10.1007/s00264-020-04790-9.
12. Tan Y., He H., Wan Z., Qin J., Wen Y., Pan Z. et al. Study on the outcome of patients with aseptic femoral head necrosis treated with percutaneous multiple small-diameter drilling core decompression: a retrospective cohort study based on magnetic resonance imaging and equivalent sphere model analysis. *J Orthop Surg Res*. 2020;15(1):264. doi: 10.1186/s13018-020-01786-4.
13. Середа А.П., Андрианова М.А. Рекомендации по оформлению дизайна исследования. *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(3):165-184. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-3-165-184. Sereda A.P., Andrianova M.A. Study Design Guidelines. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2019;25(3):165-184. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-3-165-184.
14. Кисарь Л.В., Зиганшин А.У., Зиганшина Л.Е. Оценка качества представления результатов клинических испытаний в соответствии со стандартами CONSORT. *Казанский медицинский журнал*. 2019;100(3):469-475. doi: 10.17816/KMJ2019-469.

- Kisar' L.V., Ziganshin A.U., Ziganshina L.E. Assessment of presentation quality of the results of clinical trials in accordance with the standards of CONSORT. *Kazan Medical Journal*. 2019;100(3):469-475. (In Russian). doi: 10.17816/KMJ2019-469.
15. Koo K.H., Mont M.A., Cui Q., Hines J.T., Yoon B.H., Novicoff W.M. et al. The 2021 Association research circulation Osseous classification for early-stage osteonecrosis of the femoral head to computed tomography-based study. *J Arthroplasty*. 2022;37:1074-1082. doi: 10.1016/j.arth.2022.02.009.
  16. Rosenwasser M.P., Garino J.P., Kiernan H.A., Michelsen C.B. Long term followup of thorough debridement and cancellous bone grafting of the femoral head for avascular necrosis. *Clin Orthop Relat Res*. 1994;(306):17-27.
  17. Bellamy N., Kirwan J., Boers M., Brooks P., Strand V., Tugwell P. et al. Recommendations for a core set of outcome measures for future phase III clinical trials in knee, hip, and hand osteoarthritis. Consensus development at OMERACT III. *J Rheumatol*. 1997;24(4):799-802.
  18. Ремпель Д.П., Брюханов А.В., Джухаев Д.А., Романюк С.Д. Специфичность мультисрезовой компьютерной томографии в диагностике асептического некроза головки бедренной кости. *Радиология — практика*. 2021;(4):49-56. doi: 10.52560/2713-0118-2021-4-49-56.
  - Rempel D.P., Bryukhanov A.V., Dzhukhaev D.A., Romanyuk S.D. Specificity of multispiral computed tomography in the diagnosis of avascular necrosis of the femoral head. *Radiology — Practice*. 2021;(4):49-56. (In Russian). doi: 10.52560/2713-0118-2021-4-49-56.
  19. 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;27(2):270-276. doi: 10.18019/1028-4427-2021-27-2-270-276.
  - Odarchenko D.I., Dzyuba G.G., Erofeev S.A., Kuznetsov N.K. 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 Russian). doi: 10.18019/1028-4427-2021-27-2-270-276.
  20. Arbab D., König D.P. Atraumatic femoral head necrosis in adults. *Dtsch Arztebl Int*. 2016;113(3):31-38. doi: 10.3238/arztebl.2016.0031.
  21. Zhao D.W., Yu M., Hu K., Wang W., Yang L., Wang B.J., et al. Prevalence of nontraumatic osteonecrosis of the femoral head and its associated risk factors in the Chinese population: results from a Nationally Representative Survey. *Chin Med J (Engl)*. 2015;128(21):2843-2850. doi: 10.4103/0366-6999.168017.
  22. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Мясоедов А.А., Иржанский А.А. Сравнительная характеристика результатов лечения ранних стадий остеонекроза головки бедренной кости различными методами декомпрессии. *Травматология и ортопедия России*. 2016;22(3):7-21. doi: 10.21823/2311-2905-2016-22-3-7-21.
  - Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I., Myasoedov A.A., Irzhansky A.A. Comparison of different core decompression techniques for treatment of early stages of osteonecrosis of the femoral head. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2016;22(3):7-21. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2016-22-3-7-21.
  23. Shiravani Brojeni S., Hesarikia H., Rahimnia A., Emami Meybodi M.K., Rahimnia A. Treatment of femoral head osteonecrosis (Stages 2B, 3 Ficat) through open direct core decompression by allograft impaction and light bulb technique. *Arch Bone Jt Surg*. 2020;8(5):613-619. doi: 10.22038/abjs.2020.49380.2452.
  24. Межов А.Н., Казаков В.Ф., Колбахова С.Н. Современные органосохраняющие методы лечения асептического некроза головки бедренной кости. *Вестник новых медицинских технологий*. 2020;27(4):69-74. doi: 10.24411/1609-2163-2020-16724.
  - Mezhov A.N., Kazakov V.F., Kolbahova S.N. Modern organ-preserving methods in treatment of aseptic necrosis of the femoral head. *Journal of New Medical Technologies*. 2020;27(4):69-74. (In Russian). doi: 10.24411/1609-2163-2020-16724.
  25. Bergh C., Fenstad A.M., Furnes O., Garellick G., Havelin L.I., Overgaard S. et al. Increased risk of revision in patients with non-traumatic femoral head necrosis. *Acta Orthop*. 2014;85(1):11-17. doi: 10.3109/17453674.2013.874927.
  26. Торгашин А.Н., Родионова С.С., Шумский А.А., Макаров М.А., Торгашина А.В., Ахтямов И.Ф. и др. Лечение асептического некроза головки бедренной кости. Клинические рекомендации. *Научно-практическая ревматология*. 2020;58(6):637-645. doi: 10.47360/1995-4484-2020-637-645.
  - Torgashin A.N., Rodionova S.S., Shumsky A.A., Makarov M.A., Torgashina A.V., Akhtyamov I.F. et al. Treatment of aseptic necrosis of the femoral head. Clinical guidelines. *Rheumatology Science and Practice*. 2020;58(6):637-645. (In Russian). doi: 10.47360/1995-4484-2020-637-645.
  27. Панин М.А., Загородний Н.В., Абакиров М.Д., Бойко А.В., Ананьин Д.А. Декомпрессия очага некроза головки бедренной кости. Обзор литературы. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2021;28(1):65-76. doi: 10.17816/vto59746.
  - Panin M.A., Zagorodniy N.V., Abakirov M.D., Boyko A.V., Ananyin D.A. Core decompression of the femoral head. Literature review. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2021;28(1):65-76. (In Russian). doi: 10.17816/vto59746.
  28. Матвеев Р.П., Брагина С.В. Аvascularный некроз головки бедренной кости (обзор литературы). *Экология человека*. 2018;25(3):58-64. doi: 10.33396/1728-0869-2018-3-58-64.
  - Matveev R.P., Bragina S.V. Avascular necrosis of the femoral head (literature review). *Human Ecology*. 2018;25(3):58-64. (In Russian). doi: 10.33396/1728-0869-2018-3-58-64.
  29. Atilla B., Bakircioğlu S., Shope A.J., Parvizi J. Joint-preserving procedures for osteonecrosis of the femoral head. *EFORT Open Rev*. 2020;4(12):647-658. doi: 10.1302/2058-5241.4.180073.
  30. Yin H., Yuan Z., Wang D. Multiple drilling combined with simvastatin versus multiple drilling alone for the treatment of avascular osteonecrosis of the femoral head: 3-year follow-up study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2016;17(1):344. doi: 10.1186/s12891-016-1199-0.
  31. Pierce T.P., Jauregui J.J., Elmallah R.K., Lavernia C.J., Mont M.A., Nace J.A. current review of core decompression in the treatment of osteonecrosis of the femoral head. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2015;8(3):228-232. doi: 10.1007/s12178-015-9280-0.

32. Papanagiotou M., Malizos K.N., Vlychou M., Dailiana Z.H. Autologous (non-vascularised) fibular grafting with recombinant bone morphogenetic protein-7 for the treatment of femoral head osteonecrosis: preliminary report. *Bone Joint J.* 2014; 96-B(1):31-35. doi: 10.1302/0301-620X.96B1.32773.
33. Moya-Angeler J., Gianakos A.L., Villa J.C., Ni A., Lane J.M. Current concepts on osteonecrosis of the femoral head. *World J Orthop.* 2015;6(8):590-601. doi: 10.5312/wjo.v6.i8.590.
34. Calori G.M., Mazza E., Colombo A., Mazzola S., Colombo M. Core decompression and biotechnologies in the treatment of avascular necrosis of the femoral head. *EFORT Open Rev.* 2017;2(2):41-50. doi: 10.1302/2058-5241.2.150006.

#### Сведения об авторах

✉ Кудашев Дмитрий Сергеевич — канд. мед. наук, доцент  
Адрес: Россия, 443099, г. Самара, ул. Чапаевская, д. 89  
<https://orcid.org/0000-0001-8002-7294>  
e-mail: dmitrykudashew@mail.ru

Котельников Геннадий Петрович — д-р мед. наук, академик РАН, профессор  
<https://orcid.org/0000-0001-7456-6160>  
e-mail: g.p.kotelnikov@samsmu.ru

Зуев-Ратников Сергей Дмитриевич — канд. мед. наук, доцент  
<https://orcid.org/0000-0001-6471-123X>  
e-mail: stenocardia@mail.ru

Шорин Иван Сергеевич — канд. мед. наук  
<https://orcid.org/0000-0001-5379-5044>  
e-mail: vrachmed@mail.ru

Асатрян Вардан Граатович  
<https://orcid.org/0009-0009-1751-700X>  
e-mail: vandamsmail@gmail.com

Князев Андрей Андреевич  
<https://orcid.org/0009-0009-6131-0399>  
e-mail: a.a.knyazev@samsmu.ru

#### Authors' information

✉ Dmitry S. Kudashew — Cand. Sci. (Med.), Assistant Professor  
Address: 89, Chapaevskaya st., Samara, 443099, Russia  
<https://orcid.org/0000-0001-8002-7294>  
e-mail: dmitrykudashew@mail.ru

Gennadiy P. Kotelnikov — Dr. Sci. (Med.), Professor  
<https://orcid.org/0000-0001-7456-6160>  
e-mail: g.p.kotelnikov@samsmu.ru

Sergey D. Zuev-Ratnikov — Cand. Sci. (Med.), Assistant Professor  
<https://orcid.org/0000-0001-6471-123X>  
e-mail: stenocardia@mail.ru

Ivan S. Shorin — Cand. Sci. (Med.)  
<https://orcid.org/0000-0001-5379-5044>  
e-mail: vrachmed@mail.ru

Vardan G. Asatryan  
<https://orcid.org/0009-0009-1751-700X>  
e-mail: vandamsmail@gmail.com

Andrey A. Knyazev  
<https://orcid.org/0009-0009-6131-0399>  
e-mail: a.a.knyazev@samsmu.ru

## Двенадцатилетняя динамика спектра ведущих возбудителей ортопедической инфекции: ретроспективное исследование

А.Р. Касимова<sup>1,2</sup>, О.С. Туфанова<sup>1</sup>, Е.М. Гордина<sup>1</sup>, А.Н. Гвоздецкий<sup>3</sup>, К.С. Радаева<sup>2</sup>,  
А.Н. Рукина<sup>1</sup>, С.А. Божкова<sup>1</sup>, Р.М. Тихилов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

### Реферат

**Актуальность.** Количество хирургических вмешательств на опорно-двигательном аппарате возрастает с каждым годом. Одновременно с ростом доступности ортопедической помощи увеличивается и количество пациентов с ортопедической инфекцией, этиологическими агентами которой могут быть представители различных таксономических групп. *Staphylococcus aureus* и различные виды коагулазонегативных стафилококков (CoNS), включая *S. epidermidis* и *S. lugdunensis*, в совокупности являются возбудителями в 70% случаев.


**Цель исследования** — проанализировать динамику спектра ведущих патогенов, выделенных от пациентов отделения гнойной остеологии, за период с 2011 по 2022 г.

**Материал и методы.** Выполнен ретроспективный анализ спектра микроорганизмов, изолированных от пациентов, находившихся на лечении в отделении гнойной хирургии с 1 января 2011 г. по 31 декабря 2022 г. К ведущим возбудителям относили микроорганизмы, доля которых в спектре превышала 3,5%. Из выделенных возбудителей 48,8% были единственными этиологическими агентами, в 51,2% определяли наличие микробных ассоциаций.

**Результаты.** За 12-летний период идентифицировано 10 327 штаммов различных видов бактерий. Ведущими микроорганизмами, выделенными от пациентов с ортопедической инфекцией, были *Staphylococcus* spp., *Enterococcus* spp., *Propionibacterium* spp., *Pseudomonas aeruginosa*, *Corynebacterium* spp., *Streptococcus* spp., *Klebsiella* spp. и *Acinetobacter* spp. В динамике выделенных возбудителей за анализируемый период определено несколько трендов: сокращение долей *S. aureus*, *Enterococcus* spp., *P. aeruginosa*, *Acinetobacter* spp. и увеличение доли CoNS и *Corynebacterium* spp.

**Заключение.** Выполненное исследование показало, что в течение 12 лет в спектре возбудителей ортопедической инфекции у пациентов отделения гнойной хирургии нашего Центра основными были грамположительные бактерии, в большинстве представители рода *Staphylococcus*. При этом регистрировали значимое снижение доли штаммов *S. aureus* и рост частоты выделения различных видов CoNS. Также выявлено значимое снижение количества неферментирующих грамотрицательных бактерий.

**Ключевые слова:** ортопедическая инфекция, *Staphylococcus aureus*, спектр возбудителей, перипротезная инфекция, остеомиелит.

 **Для цитирования:** Касимова А.Р., Туфанова О.С., Гордина Е.М., Гвоздецкий А.Н., Радаева К.С., Рукина А.Н., Божкова С.А., Тихилов Р.М. Двенадцатилетняя динамика спектра ведущих возбудителей ортопедической инфекции: ретроспективное исследование. *Травматология и ортопедия России*. 2024;30(1):66-75. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-16720>.

 Касимова Алина Рашидовна; e-mail: [kasi-alina@yandex.ru](mailto:kasi-alina@yandex.ru)

Рукопись получена: 03.10.2023. Рукопись одобрена: 26.12.2023. Статья опубликована онлайн: 15.02.2023.

© Касимова А.Р., Туфанова О.С., Гордина Е.М., Гвоздецкий А.Н., Радаева К.С., Рукина А.Н., Божкова С.А., Тихилов Р.М., 2024



## Twelve-Year Dynamics of Leading Pathogens Spectrum Causing Orthopedic Infection: A Retrospective Study

Alina R. Kasimova<sup>1,2</sup>, Olga S. Tufanova<sup>1</sup>, Ekaterina M. Gordina<sup>1</sup>, Anton N. Gvozdetsky<sup>3</sup>,  
Ksenia S. Radaeva<sup>2</sup>, Anna N. Rukina<sup>1</sup>, Svetlana A. Bozhkova<sup>1</sup>, Rashid M. Tikhilov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup> Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russia

<sup>3</sup> Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russia

### Abstract

**Background.** The number of surgeries on the musculoskeletal system is increasing every year. Along with the increasing access to orthopedic care, the number of patients with orthopedic infection, the etiological agents of which can be from various taxonomic groups, is also increasing. *Staphylococcus aureus* and different types of coagulase-negative staphylococci (CoNS), including *S. epidermidis* and *S. lugdunensis*, together are the causative agents in 70% of cases.

**Aim of the study** – to analyze the dynamics of the microbial spectrum isolated from patients of the septic surgery department for the period from 2011 to 2022.

**Methods.** We performed a retrospective analysis of the microbial spectrum isolated from patients who were treated in the septic surgery department from January 1, 2011 to December 31, 2022. The leading pathogens were microorganisms whose share in the spectrum exceeded 3.5%. Of the isolated pathogens, 48.8% were the only etiological agents, and microbial associations were detected in 51.2% of the isolated pathogens.

**Results.** A total of 10,327 bacteria strains were identified over the 12-year period. The leading microorganisms causing orthopedic infection were *Staphylococcus* spp., *Enterococcus* spp., *Propionibacterium* spp., *Pseudomonas aeruginosa*, *Corynebacterium* spp., *Streptococcus* spp., *Klebsiella* spp. and *Acinetobacter* spp. In the dynamics of isolated pathogens during the analyzed period, several trends were determined: a decrease in the shares of *S. aureus*, *Enterococcus* spp., *P. aeruginosa*, *Acinetobacter* spp. and an increase in the shares of CoNS and *Corynebacterium* spp.

**Conclusion.** During 12 years, in the microbial spectrum of orthopedic infection in patients of the septic surgery department of our Center, Gram-positive bacteria, in the majority representatives of the genus *Staphylococcus*, prevailed. At the same time, a significant decrease in the share of *S. aureus* strains and an increase in the frequency of isolation of various species of CoNS were registered. A significant decrease in the number of non-fermenting Gram-negative bacteria was also revealed.

**Keywords:** orthopedic infection, *Staphylococcus aureus*, microbial spectrum, periprosthetic infection, osteomyelitis.

**Cite as:** Kasimova A.R., Tufanova O.S., Gordina E.M., Gvozdetsky A.N., Radaeva K.S., Rukina A.N., Bozhkova S.A., Tikhilov R.M. Twelve-Year Dynamics of Leading Pathogens Spectrum Causing Orthopedic Infection: A Retrospective Study. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2024;30(1):66-75. (In Russian).  
<https://doi.org/10.17816/2311-2905-16720>.

✉ Kasimova Alina Rashidovna; e-mail: [kasi-alina@yandex.ru](mailto:kasi-alina@yandex.ru)

Submitted: 03.10.2023. Accepted: 26.12.2023. Published Online: 15.02.2023.

© Kasimova A.R., Tufanova O.S., Gordina E.M., Gvozdetsky A.N., Radaeva K.S., Rukina A.N., Bozhkova S.A., Tikhilov R.M., 2024



## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время частота выполнения первичных и ревизионных ортопедических вмешательств растет из-за старения населения и будет продолжать расти в будущем. Инфекционный контроль и адекватная патоген-специфичная терапия особенно важны в ортопедической хирургии из-за обширных операций, рисков, связанных с установкой имплантатов, тяжелых последствий для пациента и системы здравоохранения в случае развития ортопедической инфекции, которая в подавляющем большинстве случаев требует дополнительных хирургических вмешательств.

К ортопедической инфекции относят как процессы, поражающие нативный опорно-двигательный аппарат (остеомиелит, артрит), так и связанные с установкой металлоконструкций. Риск развития инфекционных осложнений увеличивается при имплантации металлоконструкций. По данным литературы, частота имплантат-ассоциированной инфекции составляет от 2,5% после первичного эндопротезирования до 20% после ревизионных операций, при этом уровень летальности от данного осложнения достигает 2,5% [1]. В случае ревизионной операции по поводу уже имеющейся инфекции ее рецидивы развиваются в 25–67% случаев и во многом определяются характером инфекционного возбудителя [2]. В исследовании 2020 г. J. Akindolire с соавторами показали, что инфекционные осложнения при тотальном эндопротезировании тазобедренного сустава увеличивают стоимость лечения в 5 раз в сравнении с первичным неосложненным эндопротезированием [3].

Этиологическими агентами в развитии ортопедической инфекции могут быть представители различных таксономических групп [4]. *Staphylococcus aureus* и различные виды коагулазонегативных стафилококков (CoNS), включая *S. epidermidis* и *S. lugdunensis*, в совокупности являются возбудителями в 70% случаев [5]. Кроме того, их устойчивость к противомикробным препаратам остается значимой проблемой для клиницистов. В свою очередь, *Cutibacterium acnes* является наиболее распространенным биопленкообразующим возбудителем инфекций верхних конечностей, приводящих к остеомиелиту. *C. acnes* выделены в 5% случаев перипротезной инфекции (ППИ) нижних конечностей и более чем в 50% случаев ППИ плеча [6, 7].

Несмотря на то, что ведущими возбудителями инфекционной патологии костей и суставов, в том числе ассоциированных с ортопедическими имплантатами, являются стафилококки, участие в этиологии грамотрицательных патогенов, таких как *Klebsiella pneumoniae* и *Pseudomonas aeruginosa*, служит прогностически неблагоприятным при-

знаком [8]. Это связано с крайне низкой эффективностью лечения ортопедической инфекции, вызванной *K. pneumoniae* и *P. aeruginosa*, которые, как правило, характеризуются высоким уровнем резистентности к антибиотикам [9]. Наличие разнообразных механизмов невосприимчивости к бета-лактамам и фторхинолонам делает невозможным назначение пролонгированной этиотропной антибактериальной терапии, которая является стандартной для лечения инфекции костей и суставов ввиду отсутствия других пероральных препаратов, активных в отношении грамотрицательных патогенов.

Помимо «классических», наиболее часто регистрируемых возбудителей, в настоящее время с развитием методов бактериологической идентификации спектр этиологических агентов ортопедической инфекции расширяется. Кроме того, по данным различных исследований, в 6–46% случаях ППИ из одного биоматериала пациента выделяют несколько микроорганизмов [10, 11]. Наиболее часто регистрируемым при полимикробной этиологии остеомиелита является *S. aureus*, а коинфицирующие бактерии могут быть как условно-патогенными (оппортунистическими), так и облигатными патогенами. Контаминация с кожных покровов чаще всего происходит различными видами CoNS, в случае попадания из окружающей среды — *S. aureus*, *E. coli*, *Enterobacter* spp., *P. aeruginosa*, *A. baumannii* и *Enterococcus* spp. и другими [5]. Зачастую полимикробные инфекции связаны с более неблагоприятными исходами и характеризуются повышенной тяжестью заболевания [12], что можно объяснить микробным синергизмом, обеспечивающим устойчивость различных видов бактерий к неблагоприятным факторам — антибиотикам, антисептикам, иммунным клеткам и др.

**Цель исследования** — проанализировать динамику спектра ведущих патогенов, выделенных от пациентов отделения гнойной остеологии, за период с 2011 по 2022 г.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

### Дизайн исследования

Тип исследования — одноцентровое наблюдательное ретроспективное.

Выполнен анализ спектра микроорганизмов, изолированных более чем от 6000 пациентов, находившихся на лечении в отделении гнойной хирургии НМИЦ травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена (далее — Центра) с 1 января 2011 по 31 декабря 2022 г. К ведущим возбудителям относили микроорганизмы, доля которых в спектре превышала 3,5%.

Микробиологическое исследование биоматериалов выполняли в соответствии с междуна-

родными стандартами (Standards for microbiology investigations — UK SMI). Материалом для исследования служили тканевые и костные биоптаты, синовиальная жидкость, раневое и свищевое отделяемое, гематомы, а также удаленные металлоконструкции. Положительный рост микроорганизмов был получен в 66,9% анализируемых образцов. Идентификацию бактерий до 2021 г. проводили на панелях Microplate (Erba Lachema) с помощью iEMS Reader MF (Labsystems, Финляндия), с 2021 г. — методом MALDI-TOF-MS (Matrix Assisted Laser Desorption Ionization Time of Flight Mass-Spectrometry) с использованием системы FlexControl и программного обеспечения MBT Compass 4.1. (Bruker Daltonics, Германия), Score  $\geq 2,0$ . Чувствительность стафилококков к цефокситину изучали в соответствии с требованиями EUCAST (v.1-12) (2011–2022).

Эпидемиологический анализ результатов исследования выполняли с применением программы «Система микробиологического мониторинга 'Микроб-2'» (МедПроект-3, 2002–2020 гг.) и ЛИС «Акросс-Инжиниринг» (2021–2022). Сравнительный анализ изменения спектра возбудителей проводили по двухлетним периодам: 2011–2012, 2013–2014, 2015–2016, 2017–2018, 2019–2020 и 2021–2022 гг.

### Статистический анализ

Полученные данные регистрировали в виде электронных таблиц, анализ проводили с помощью программы MS Office Excel, 2007. Для описания данных использовались абсолютные значения ( $n$ ) и доли (%). Гипотеза тренда для категориальных данных проверялась мультиномиальным тестом Кокрана–Армитиджа (Test for Trend with a Multinomial Outcome). Коррекция на множественное тестирование гипотез осуществлена поправкой Холм–Шэффера. Линейный тренд для временного ряда оценивался бутстреп-версией  $t$ -теста для временного ряда (Bootstrap-Based Tests for Trends in Hydrological Time Series). Нулевая гипотеза отклонялась при  $p < 0,05$ . Расчеты выполнены на языке программирования R v4.2.3.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

За изученный 12-летний период идентифицировано 10 327 штаммов различных видов бактерий от 7323 пациентов. Ведущими микроорганизмами, выделенными от пациентов с ортопедической инфекцией, были *Staphylococcus* spp., *Enterococcus* spp., *Propionibacterium* spp., *Pseudomonas aeruginosa*, *Corynebacterium* spp., *Streptococcus* spp., *Klebsiella* spp. и *Acinetobacter* spp. (табл. 1). Доля данных возбудителей в структуре микробного спектра составила 88,2% ( $n = 9108$ ). В 11,8% случаев идентифицированы микроорганизмы иных

таксономических групп — так называемые редкие возбудители ортопедической инфекции. На момент госпитализации в отделение гнойной хирургии центра хроническое течение инфекционного процесса диагностируется у подавляющего большинства больных, из них порядка 75% являются иногородними, что позволяет экстраполировать полученные результаты на всю популяцию профильных пациентов страны.

Таблица 1  
Ведущие возбудители ортопедической инфекции, выделенные с 2011 по 2022 г.

Микроорганизм	$n$	%
<i>S. aureus</i>	3272	31,33
<i>S. epidermidis</i>	1950	18,67
CoNS, кроме <i>S. epidermidis</i>	605	5,79
<i>Enterococcus</i> spp.	579	5,54
<i>Propionibacterium</i> spp.	515	4,93
<i>P. aeruginosa</i>	499	4,78
<i>Corynebacterium striatum</i>	467	4,47
<i>Streptococcus</i> spp.	435	4,17
<i>Klebsiella</i> spp.	405	3,88
<i>Acinetobacter</i> spp.	381	3,65
Прочие	1219	11,80

Микробиологический спектр возбудителей ортопедической инфекции на протяжении анализируемого периода оставался стабильным. Среди всех выделенных патогенов 77,5% составили грамположительные бактерии, 21,6% — грамотрицательные. Доля строгих анаэробных бактерий — 5%.

Из 10 327 выделенных штаммов 48,8% ( $n = 5043$ ) были единственными этиологическими агентами, в 51,2% случаев ( $n = 5284$ ) определяли наличие микробных ассоциаций. Доля ассоциаций из двух штаммов различных видов бактерий составила 32,7% ( $n = 3376$ ), трех — 13,4% ( $n = 1388$ ), четырех — 5,0% ( $n = 520$ ).

По данным научных публикаций, эти значения сильно варьируют. Так, S. Sebastian с соавторами показали, что только 8,3% из 106 случаев ППИ были вызваны несколькими патогенами [13]. В одноцентровом исследовании китайских авторов за 5 лет наблюдения одновременное выделение двух и более микроорганизмов разных видов отмечали в 28,3% случаев [14]. В других исследованиях с различным предшествующим лечением сообщается о 34% [15] и 46,6% [11] случаев полимикробной этиологии в структуре ортопедической

инфекции. В целом отмечена тенденция к увеличению частоты регистрации полимикробной инфекции в наблюдательных исследованиях. Это может быть связано как с истинным увеличением количества полимикробных ассоциаций, так и с меняющимися методами идентификации микроорганизмов за счет внедрения современного оборудования в диагностические лаборатории и разработки новых прогрессивных методов диагностики. Также большинство исследователей отмечает прямую зависимость между количеством предшествующих хирургических вмешательств и риском развития полимикробной инфекции [14, 15].

В динамике выделенных возбудителей за анализируемый период определено несколько трендов: сокращение долей *S. aureus*, *Enterococcus* spp., *P. aeruginosa*, *Acinetobacter* spp. и увеличение CoNS и *Corynebacterium* spp. (табл. 2).

Основные выявленные тренды совпадают с общемировыми данными. Так, в большинстве научных исследований, анализирующих спектр возбудителей ортопедической инфекции, ведущее место занимают грамположительные бактерии, доля которых варьирует от 65 до 77% [14, 15, 16]. Однако есть и работы, показывающие ведущую роль грамотрицательных бактерий. Так, S. Sebastian с соавторами отмечают, что, вопреки существующему мнению о преобладании грамположительных патогенов в этиологии имплантат-ассоциированной инфекции, в своем центре они чаще всего выделяли грамотрицательные бактерии (в 61% случаев) [13].

Межрегиональные отличия в структуре ведущих возбудителей могут быть обусловлены различными клиническими подходами к диагностике ортопедической инфекции, техническими возможностями местных диагностических центров, используемыми методами идентификации возбудителя и спектром циркулирующих в регионе микроорганизмов.

Кроме того, существенную роль играют длительные сроки от момента манифестации инфекционного процесса до поступления профильных пациентов в стационар для комплексного лечения, попытки консервативного лечения антибиотиками без выполнения хирургической санации очага инфекции.

В нашем Центре на протяжении 12 лет наблюдения на первом месте по частоте выделения оставался *S. aureus*, однако в общем спектре отмечали стабильное снижение его доли с 41,1% до 29,4% на протяжении 10 лет наблюдений (до 2020 г. включительно), в том числе метициллин-резистентных штаммов. В 2021–2022 гг. снова регистрировали рост *S. aureus* до 33,6%. Общий тренд за 12 лет наблюдения можно характеризовать как снижение (см. табл. 2).

Ведущее значение *S. aureus* как возбудителя ортопедической инфекции показано и в других исследованиях различных медицинских центров. Ретроспективный анализ спектра возбудителей ППИ, выполненный в Центре медицинской помощи в Германии с 2012 по 2016 г., показал, что от пациентов с ППИ в 26,6% изолировали *S. aureus* [17]. По данным S. Sebastian с соавторами, *S. aureus* также был ведущим возбудителем ортопедической инфекции (19,5%), несмотря на преобладание доли грамотрицательных патогенов в спектре [13].

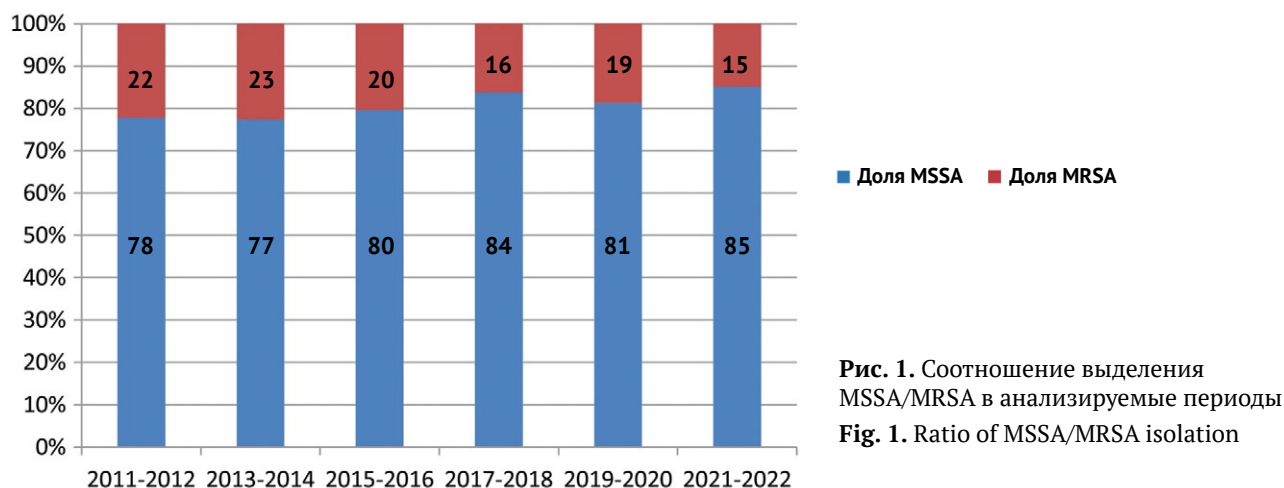
На фоне снижения общей частоты выделения *S. aureus* отмечали изменение структуры его чувствительности к метициллину. При сравнении частоты выделения метициллин-чувствительных (MSSA) и метициллин-резистентных штаммов *S. aureus* (MRSA) регистрировали значимое сокращение доли MRSA (с 22 до 15%) и увеличение доли MSSA (с 78 до 85%) ( $p = 0,01$ ) (рис. 1). В течение всего периода наблюдения соотношение MSSA/MRSA варьировало от 3,49 до 5,72.

Таблица 2

## Основные тренды в спектре возбудителей ортопедической инфекции с 2011 по 2022 г.

Микроорганизм	2011–2012 (n = 1074)	2013–2014 (n = 1556)	2015–2016 (n = 1420)	2017–2018 (n = 1398)	2019–2020 (n = 1365)	2021–2022 (n = 3514)	Тренд	p
<i>S. aureus</i>	41,1%	32,1%	27,4%	28,9%	29,4%	33,6%	Снижение	0,066
Отношение MSSA/MRSA	3,49	3,41	3,89	5,16	4,35	5,72	Увеличение	<b>0,010</b>
<i>Enterococcus</i> spp.	8,2%	5,9%	6,6%	6,8%	5,9%	4,5%	Снижение	<b>0,002</b>
CoNS (кроме <i>S. epidermidis</i> )	2,2%	4,1%	5,5%	3,5%	4,2%	12,1%	Увеличение	<b>0,001</b>
<i>P. aeruginosa</i>	5,2%	6,2%	4,9%	4,2%	5,2%	3,8%	Снижение	<b>0,040</b>
<i>Corynebacterium</i> spp.	3,9%	4,0%	4,5%	4,0%	5,5%	5,0%	Увеличение	0,275
<i>Acinetobacter</i> spp.	5,8%	3,3%	3,6%	3,5%	4,0%	2,8%	Снижение	<b>0,033</b>

Жирным шрифтом выделены статистически значимые значения.



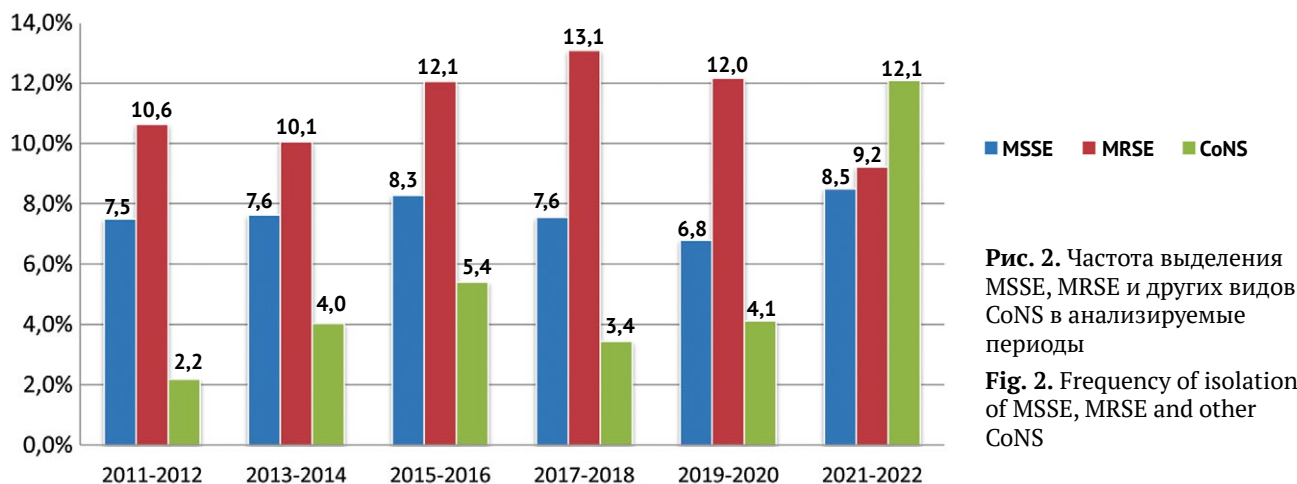
**Рис. 1.** Соотношение выделения MSSA/MRSA в анализируемые периоды  
**Fig. 1.** Ratio of MSSA/MRSA isolation

Судить о том, является ли такое сокращение доли метициллин-резистентных штаммов в структуре золотистого стафилококка общемировым трендом, сложно. Известно, что существуют территориальные отличия чувствительности *S. aureus*. Например, обобщающий 12 исследований обзор демонстрирует, что распространенность MRSA в Нигерии увеличилась с 18,3% в 2009 г. до 42,3% в 2013 г. При этом даже в рамках одной страны были выделены различные тренды: наблюдали снижение распространенности MRSA на Северо-Востоке (с 12,5 до 8,0%) и увеличение на Юго-Западе (с 20,2 до 47,4%) в период с 2006 по 2010 г. [18]. Аналогичные данные об увеличении количества пациентов с MRSA-инфекциями приводят исследователи из Судана и Непала [19, 20].

Несмотря на то, что CoNS менее вирулентны, чем *S. aureus*, количество секвенированных видов CoNS постоянно увеличивается, а вместе с тем и количество факторов вирулентности, выявленных у этих культур. Кроме того, наличие генов антибиотикорезистентности у CoNS приводит к сложностям лечения вызванных ими инфекций по общепринятым терапевтическим стратегиям [21]. В настоящее время различные виды CoNS (особенно *S. epidermidis*,

*S. haemolyticus*, *S. lugdunensis*) приобретают все большее значение в этиологии инфекции у пациентов после установки различных конструкций [21]. В исследовании Т. Винклера с соавторами лидирующими возбудителями при ППИ были именно коагулазонегативные стафилококки (30–43%), затем *Staphylococcus aureus* (12–23%) [22].

Частота выделения различных видов CoNS на протяжении анализируемого периода в нашем исследовании имела волнообразную динамику. В общей структуре CoNS преобладали метициллин-резистентные *S. epidermidis* (10,6–13,1%), на втором месте были метициллин-чувствительные *S. epidermidis* (6,8–8,3%), другие виды CoNS составляли от 2,2 до 5,4% и часто не идентифицировались до вида в связи со сложностью биохимической дифференцировки. Доля *S. epidermidis* среди всех возбудителей оставалась стабильной на протяжении всего анализируемого периода ( $p > 0,999$ ). Соотношение MSSE/MRSE демонстрировало снижение на протяжении 10 лет наблюдения (2011–2020), что свидетельствует о преобладании метициллин-резистентных штаммов. Общая доля *S. epidermidis* сокращалась за счет метициллин-резистентных штаммов (рис. 2).



**Рис. 2.** Частота выделения MSSE, MRSE и других видов CoNS в анализируемые периоды

**Fig. 2.** Frequency of isolation of MSSE, MRSE and other CoNS



Обращает на себя внимание расширение видовой структуры CoNS, выделенных от пациентов с ортопедической инфекцией в 2021–2022 гг. Внедрение в практику нового метода идентификации микроорганизмов MALDI-TOF-MS позволило выполнять микробиологическую диагностику ортопедической инфекции с большими точностью и скоростью, вследствие чего штаммы, которые ранее регистрировали как *S. epidermidis*, были отнесены и к другим видам CoNS (*S. haemolyticus*, *S. hominis*, *S. lugdunensis*, *S. pettenkoferi*, *S. piscifermentans* и др.). Доля MRSE в общей структуре снизилась до 9,2%, а доля других видов CoNS резко возросла до 12,1% ( $p < 0,001$ ). В 2021–2022 гг. также отмечено незначительное уменьшение частоты выделения *S. epidermidis*.

Неоднородная генетическая структура CoNS была подтверждена в исследованиях, показывающих, что фенотипически идентичные изоляты могут быть идентифицированы как разные виды [23]. Для понимания клинической значимости этих результатов необходимы более масштабные систематические исследования. Превалирование метициллин-резистентных штаммов над метициллин-чувствительными CoNS на протяжении многих лет также является общим явлением [24, 25]. По нашим данным, до 2020 г. увеличивалась доля метициллин-резистентных штаммов, а с 2021 г. отмечается нарастание доли MSSE (см. рис. 2).

Доля прочих грамположительных бактерий в общей структуре возбудителей составила 19,1%. Динамика выделения *Streptococcus* spp. не имела линейного тренда ( $p > 0,999$ ) на протяжении 12-летнего наблюдения. До 2018 г. определяли увеличение доли с 2,0 до 5,5% с последующим выраженным снижением до 3,68%. В динамике других грамположительных возбудителей отмечали уменьшение доли *Enterococcus* spp. с 8,2% до 4,5% ( $p = 0,002$ ) и

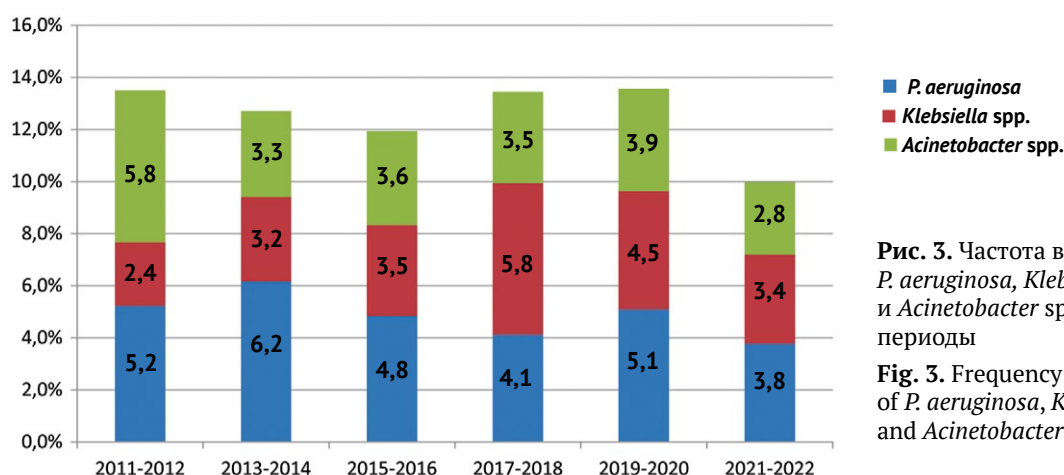
тенденцию к увеличению доли *Corynebacterium* spp. с 3,9% до 5,0% ( $p = 0,275$ ).

К ведущим возбудителям из рода *Enterococcus* относили только *E. faecalis*. С 2011 по 2016 г. определяли уменьшение количества *E. faecalis*, а начиная с 2017 г. регистрировали обратную тенденцию.

Сравнивая полученные нами результаты с данными других исследований, посвященных изменению тенденций в этиологии ортопедической инфекции, можно утверждать, что общим трендом на протяжении последних 20 лет является снижение частоты выделения грамположительных возбудителей. В испанском исследовании, основанном на 10-летнем наблюдении (с 2003 по 2012 г.) в 19 центрах, отмечено, что различные виды стафилококков продолжают быть наиболее распространенной причиной инфекции (65,2%). Однако показана значимая линейная тенденция к росту регистрации грамотрицательных патогенов, главным образом за счет увеличения выделения за последние 2 года исследования (25% в 2003–2004 гг., 33,3% в 2011–2012 гг.;  $p = 0,024$  для тренда). При этом ни один конкретный вид не внес непропорционально значимого вклада в общее увеличение доли [26].

В нашем Центре спектр ведущих грамотрицательных патогенов с 2011 по 2020 г. практически не менялся и варьировал от 11,9 до 13,5% от общего количества идентифицированных бактерий, однако в 2021–2022 гг. отмечали снижение частоты выделения грамотрицательных культур до 9,9%. Из них ведущими возбудителями ортопедической инфекции были *P. aeruginosa*, *Klebsiella* spp. и *Acinetobacter* spp. (рис. 3).

За 12-летний период наблюдения регистрировали статистически значимое снижение частоты выделения *P. aeruginosa* с 5,23 до 3,76% ( $p = 0,040$ ), при



**Рис. 3.** Частота выделения *P. aeruginosa*, *Klebsiella* spp. и *Acinetobacter* spp. в анализируемые периоды

**Fig. 3.** Frequency of isolation of *P. aeruginosa*, *Klebsiella* spp. and *Acinetobacter* spp.



этом в 2013–2014 гг. и 2019–2020 гг. фиксировали увеличение количества представителей данного вида. Максимальное количество *Acinetobacter* spp. идентифицировали в период 2011–2012 гг. (5,84%), а в дальнейшем наблюдали значимое уменьшение доли *Acinetobacter* spp. до 2,79% в 2021–2022 гг. ( $p = 0,033$ ). Динамика выделения *Klebsiella* spp. в структуре возбудителей ортопедической инфекции описана двумя линейными трендами. Так, с 2011 по 2018 г. определяли стабильный прирост частоты выделения бактерий данного рода ( $p < 0,01$ ), а начиная с 2019 г. тренд сменился на снижение. При этом при сквозном анализе тренда за 12 лет наблюдения значимых изменений не было ( $p > 0,99$ ).

### Ограничения исследования

При анализе мы не делали различий между локализацией инфекционного процесса (суставы, мягкие ткани), типом инфекции, клиническим диагнозом, видом проведенного лечения и этиологической значимостью выделенного возбудителя, что может служить ограничением данного исследования.

### Перспективы

В связи с невозможностью представить в рамках одной статьи все данные локального мониторинга за 12 лет анализу динамики антибиотикочувствительности ведущих возбудителей ортопедической инфекции и рекомендациям по выбору

антимикробных препаратов будут посвящены наши дальнейшие публикации.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненное исследование показало, что в течение 12 лет в спектре основных возбудителей ортопедической инфекции у пациентов отделения гнойной хирургии нашего Центра преобладали грамположительные бактерии, в большинстве относящиеся к роду *Staphylococcus*. При этом регистрировали значимое снижение доли штаммов *S. aureus* и рост частоты выделения различных видов CoNS. Также выявлено значимое снижение количества неферментирующих грамотрицательных бактерий. Однако, несмотря на то, что авторы ряда опубликованных работ отмечают увеличение доли грамотрицательных возбудителей в ортопедии, в нашем исследовании отмечено некоторое снижение регистрации данных патогенов.

В настоящее время выявление этиологического агента остается приоритетным шагом в лечении пациентов с инфекцией опорно-двигательного аппарата. Выбор не только лекарственных средств для этиотропной антимикробной терапии, но и тактики хирургического лечения часто требует установленного микробиологического диагноза с определением чувствительности к антибиотикам бактерий.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

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

**Этическая экспертиза.** Не применима.

**Информированное согласие на публикацию.** Не требуется.

### DISCLAIMERS

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

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

**Ethics approval.** Not applicable.

**Consent for publication.** Not required.

### ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

- Samelis P., Papagrigorakis E., Sameli E., Mavrogenis A., Savvidou O., Koulouvaris P. Current concepts on the application, pharmacokinetics and complications of antibiotic-loaded cement spacers in the treatment of prosthetic joint infections. *Cureus*. 2022;14(1):e20968. doi: 10.7759/cureus.20968.
- SIRIS Report 2019. Annual Report of the Swiss National Joint Registry, Hip and Knee, 2012–2018. November 2019. doi: 10.13140/RG.2.2.15632.56323.
- Akindolire J., Morcos M.W., Marsh J.D., Howard J.L., Lanting B.A., Vasarhelyi E.M. The economic impact of periprosthetic infection in total hip arthroplasty. *Can J Surg*. 2020;63(1):E52–E56. doi: 10.1503/cjs.004219.
- Drago L., De Vecchi E., Bortolin M., Zagra L., Romanò C., Cappelletti L. Epidemiology and Antibiotic Resistance of Late Prosthetic Knee and Hip Infections. *J Arthroplasty*. 2017;32(8):2496–2500. doi: 10.1016/j.arth.2017.03.005.
- Masters E.A., Ricciardi B.F., Bentley K.L.M., Moriarty T.F., Schwarz E.M., Muthukrishnan G. Skeletal infections: microbial pathogenesis, immunity and clinical management. *Nat Rev Microbiol*. 2022;20(7):385–400. doi: 10.1038/s41579-022-00686-0.
- Kheir M.M., Tan T.L., Ackerman C.T., Modi R., Foltz C., Parvizi J. Culturing Periprosthetic Joint Infection: Number of Samples, Growth Duration, and Organisms. *J Arthroplasty*. 2018;33(11):3531–3536.e1. doi: 10.1016/j.arth.2018.06.018.
- Akgün D., Maziak N., Plachel F., Siegert P., Minkus M., Thiele K. et al. The role of implant sonication in the diagnosis of periprosthetic shoulder infection. *J Shoulder Elbow Surg*. 2020;29(6):e222–e228. doi: 10.1016/j.jse.2019.10.011.

8. Гордина Е.М., Божкова С.А. Бактериальные биопленки в ортопедии: проблема и возможные перспективы профилактики. *РМЖ*. 2021;29(8):29-32.  
Gordina E.M., Bozhkova S.A. Bacterial biofilms in orthopedics: the problem and possible prospects for prevention. *RMJ*. 2021;29(8):29-32. (In Russian).
9. Божкова С.А., Касимова А.Р., Тихилов Р.М., Полякова Е.М., Рукина А.Н., Шабанова В.В. и др. Неблагоприятные тенденции в этиологии ортопедической инфекции: результаты 6-летнего мониторинга структуры и резистентности ведущих возбудителей. *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(4):20-31. doi: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-20-31.  
Bozhkova S.A., Kasimova A.R., Tikhilov R.M., Polyakova E.M., Rukina A.N., Shabanova V.V. et al. Adverse Trends in the Etiology of Orthopedic Infection: Results of 6-Year Monitoring of the Structure and Resistance of Leading Pathogens. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2018;24(4):20-31. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-20-31.
10. Zeller V., Kerroumi Y., Meyssonier V., Heym B., Metten M.A., Desplaces N. et al. Analysis of postoperative and hematogenous prosthetic joint-infection microbiological patterns in a large cohort. *J Infect*. 2018;76(4):328-334. doi: 10.1016/j.jinf.2017.12.016.
11. Wimmer M., Friedrich M., Randau T., Ploeger M., Schmolders J., Strauss A. et al. Polymicrobial infections reduce the cure rate in prosthetic joint infections: outcome analysis with two-stage exchange and follow-up two years. *Int Orthop*. 2016;40(7):1367-1373. doi: 10.1007/s00264-015-2871-y.
12. Issa K., Pourtaheri S., Stewart T., Faloony M., Sahai N., Mease S. et al. Clinical differences between monomicrobial and polymicrobial vertebral osteomyelitis. *Orthopedics*. 2017;40(2):e370-e373. doi: 10.3928/01477447-20161108-05.
13. Sebastian S., Malhotra R., Sreenivas V., Kapil A., Chaudhry R., Dhawan B. A Clinico-microbiological study of prosthetic joint infections in an Indian tertiary care hospital: role of universal 16s rna gene polymerase chain reaction and sequencing in diagnosis. *Indian J Orthop*. 2019;53(5):646-654. doi: 10.4103/ortho.IJOrtho.551.18.
14. Li H., Fu J., Niu E., Chai W., Xu C., Hao L. et al. The risk factors of polymicrobial periprosthetic joint infection: a single-center retrospective cohort study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2021;22:780. doi: 10.1186/s12891-021-04664-0.
15. Valenzuela M., Averkamp B., Odum S., Rowe T., Fehring T.K. Polymicrobial colonization of prosthetic joint infections treated with open wound management. *J Arthroplasty*. 2022;37(7S):S653-S656. doi: 10.1016/j.arth.2022.03.016.
16. Fröschen F.S., Randau T.M., Franz A., Molitor E., Hoerauf A., Hischebeth G.T.R. Microbiological Trends and Antibiotic Susceptibility Patterns in Patients with Periprosthetic Joint Infection of the Hip or Knee over 6 Years. *Antibiotics (Basel)*. 2022;11(9):1244. doi: 10.3390/antibiotics11091244.
17. Ull C., Yilmaz E., Baecker H., Schildhauer T.A., Waydhas C., Hamsen U. Microbial findings and the role of difficult-to-treat pathogens in patients with periprosthetic infection admitted to the intensive care unit. *Orthop Rev (Pavia)*. 2020;12(3):8867. doi: 10.4081/or.2020.8867.
18. Abubakar U., Sulaiman S.A.S. Prevalence, trend and antimicrobial susceptibility of Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus* in Nigeria: a systematic review. *J Infect Public Health*. 2018;11(6):763-770. doi: 10.1016/j.jiph.2018.05.013.
19. Hamdan E.M., Hassan A.A., Amin S.A., Ahmed H.A., Ataelmanan A.E., Elmakki M.A. et al. Increasing Prevalence of Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* among Hospital and Community acquired Infections in Khartoum State, Sudan. *Infect Disord Drug Targets*. 2022. doi: 10.2174/1871526523666221201101411.
20. Arjyal C., Kc J., Neupane S. Prevalence of Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* in Shrines. *Int J Microbiol*. 2020;2020:7981648. doi: 10.1155/2020/7981648.
21. França A., Gaio V., Lopes N., Melo L.D.R. Virulence Factors in Coagulase-Negative *Staphylococci*. *Pathogens*. 2021;10(2):170. doi: 10.3390/pathogens10020170.
22. Винклер Т., Трампуз А., Ренц Н., Перка К., Божкова С.А. Классификация и алгоритм диагностики и лечения перипротезной инфекции тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2016;22(1):33-45. doi: 10.21823/2311-2905-2016-0-1-33-45.  
Winkler T., Trampuz A., Renz N., Perka C., Bozhkova S. Classification and algorithm for diagnosis and treatment of hip prosthetic joint infection. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2016;22(1):33-45. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2016-0-1-33-45.
23. Widerström M., Stegger M., Johansson A., Gurram B.K., Larsen A.R., Wallinder L. et al. Heterogeneity of *Staphylococcus epidermidis* in prosthetic joint infections: time to reevaluate microbiological criteria? *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*. 2022;41(1):87-97. doi: 10.1007/s10096-021-04352-w.
24. Hischebeth G.T., Randau T.M., Ploeger M.M., Friedrich M.J., Kaup E., Jacobs C. et al. *Staphylococcus aureus* versus *Staphylococcus epidermidis* in periprosthetic joint infection-Outcome analysis of methicillin-resistant versus methicillin-susceptible strains. *Diagn Microbiol Infect Dis*. 2019;93(2):125-130. doi: 10.1016/j.diagmicrobio.2018.08.012.
25. Rabaud C., Mauuary G. Infection and/or colonization by methicillin-resistant *Staphylococcus epidermidis* (MRSE). *Pathol Biol (Paris)*. 2001;49(10):812-814. doi: 10.1016/s0369-8114(01)00221-8.
26. Benito N., Franco M., Ribera A., Soriano A., Rodriguez-Pardo D., Sorlí L. et al. Group for the Study of Prosthetic Joint Infections. Time trends in the aetiology of prosthetic joint infections: a multicentre cohort study. *Clin Microbiol Infect*. 2016;22(8):732.e1-8. doi: 10.1016/j.cmi.2016.05.004.

**Сведения об авторах**

✉ Касимова Алина Рашидовна — канд. мед. наук  
Адрес: Россия, 195427, г. Санкт-Петербург,  
ул. Академика Байкова, д. 8  
<https://orcid.org/0000-0001-6284-7133>  
e-mail: [kasi-alina@yandex.ru](mailto:kasi-alina@yandex.ru)

Туфанова Ольга Сергеевна  
<https://orcid.org/0000-0003-4891-4963>  
e-mail: [katieva@mail.ru](mailto:katieva@mail.ru)

Гордина Екатерина Михайловна — канд. мед. наук  
<http://orcid.org/0000-0001-8045-1220>  
e-mail: [emgordina@win.rniito.ru](mailto:emgordina@win.rniito.ru)

Гвоздецкий Антон Николаевич — канд. мед. наук  
<http://orcid.org/0000-0001-8045-1220>  
e-mail: [Gvozdetskiy\\_AN@hotmail.com](mailto:Gvozdetskiy_AN@hotmail.com)

Радаева Ксения Сергеевна  
<http://orcid.org/0000-0003-2121-094X>  
e-mail: [xenrada@gmail.com](mailto:xenrada@gmail.com)

Рукина Анна Николаевна  
<https://orcid.org/0000-0003-3307-4674>  
e-mail: [anrukina@win.rniito.ru](mailto:anrukina@win.rniito.ru)

Божкова Светлана Анатольевна — д-р мед. наук  
<http://orcid.org/0000-0002-2083-2424>  
e-mail: [clinpharm-rniito@yandex.ru](mailto:clinpharm-rniito@yandex.ru)

Тихилов Рашид Муртузалиевич — д-р мед. наук,  
профессор, чл.-кор. РАН  
<https://orcid.org/0000-0003-0733-2414>  
e-mail: [rtikhilov@gmail.com](mailto:rtikhilov@gmail.com)

**Authors' information**

✉ Alina R. Kasimova — Cand. Sci. (Med.)  
Address: 8, Akademika Baykova st., St. Petersburg,  
195427, Russia  
<https://orcid.org/0000-0001-6284-7133>  
e-mail: [kasi-alina@yandex.ru](mailto:kasi-alina@yandex.ru)

Olga S. Tufanova  
<https://orcid.org/0000-0003-4891-4963>  
e-mail: [katieva@mail.ru](mailto:katieva@mail.ru)

Ekaterina M. Gordina — Cand. Sci. (Med.)  
<http://orcid.org/0000-0003-2326-7413>  
e-mail: [emgordina@win.rniito.ru](mailto:emgordina@win.rniito.ru)

Anton N. Gvozdetsky — Cand. Sci. (Med.)  
<http://orcid.org/0000-0001-8045-1220>  
e-mail: [Gvozdetskiy\\_AN@hotmail.com](mailto:Gvozdetskiy_AN@hotmail.com)

Kseniia S. Radaeva  
<http://orcid.org/0000-0003-2121-094X>  
e-mail: [xenrada@gmail.com](mailto:xenrada@gmail.com)

Anna N. Rukina  
<https://orcid.org/0000-0003-3307-4674>  
e-mail: [anrukina@win.rniito.ru](mailto:anrukina@win.rniito.ru)

Svetlana A. Bozhkova — Dr. Sci. (Med.)  
<https://orcid.org/0000-0002-2083-2424>  
e-mail: [clinpharm-rniito@yandex.ru](mailto:clinpharm-rniito@yandex.ru)

Rashid M. Tikhilov — Dr. Sci. (Med.), Professor  
<https://orcid.org/0000-0003-0733-2414>  
e-mail: [rtikhilov@gmail.com](mailto:rtikhilov@gmail.com)

## Среднесрочные результаты одноэтапной ревизионной реконструкции передней крестообразной связки: ретроспективный анализ 36 случаев

А.С. Гофер, А.А. Алекперов, М.Б. Гуражев, А.К. Авдеев, В.Л. Лукинов,  
Д.В. Рубцов, В.В. Павлов

ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна»  
Минздрава России, г. Новосибирск, Россия

### Реферат

**Актуальность.** Ревизионная реконструкция передней крестообразной связки становится все более распространенным оперативным вмешательством на коленном суставе ввиду ежегодного увеличения количества выполненных ее первичных реконструкций. Выбор оптимального трансплантата и определение этапности хирургического лечения с помощью предоперационной оценки возможности проведения максимально анатомичных ревизионных каналов и их взаиморасположения с первичными каналами являются основными факторами, которые влияют на результаты лечения.


**Цель исследования** — сравнительная оценка результатов применения аутооттрансплантатов из сухожилий подколенных сгибателей голени и длинной малоберцовой мышцы при одноэтапной ревизионной реконструкции передней крестообразной связки.


**Материал и методы.** Проведен ретроспективный анализ медицинской документации 36 пациентов, которым была выполнена ревизионная реконструкция передней крестообразной связки. Пациенты были разделены на две группы: у пациентов группы исследования ( $n = 19$ ) использовался аутооттрансплантат из сухожилия длинной малоберцовой мышцы (PLT), в группе сравнения ( $n = 17$ ) — трансплантат из сухожилий подколенных сгибателей голени (НТ). Проводилась субъективная и объективная оценка по шкалам KOOS, IKDC и Lysholm, а также определялось положение центральных точек входа в первичные и ревизионные каналы.

**Результаты.** Статистически значимых различий при объективной оценке стабильности коленного сустава не выявлено. Лучшие результаты субъективной оценки функции КС по шкалам Lysholm и KOOS получены в группе PLT ( $p = 0,042$  и  $p < 0,001$  соответственно). Положение ревизионных каналов соответствовало нормативным значениям, однако положение бедренного канала имело незначительное смещение краниально и кпереди. Также выявлено, что диаметр трансплантата PLT оказался статистически значимо больше значений диаметра трансплантата НТ ( $p < 0,001$ ).

**Заключение.** Одноэтапная ревизионная реконструкция передней крестообразной связки является безопасным и эффективным оперативным вмешательством, обеспечивающим удовлетворительные объективные и субъективные клинические результаты. Применение аутооттрансплантата из сухожилия длинной малоберцовой мышцы позволяет получить лучшие результаты по сравнению с трансплантатом из сухожилий подколенных сгибателей голени.

**Ключевые слова:** коленный сустав, передняя крестообразная связка, ревизионная реконструкция передней крестообразной связки, артроскопия.

 **Для цитирования:** Гофер А.С., Алекперов А.А., Гуражев М.Б., Авдеев А.К., Лукинов В.Л., Рубцов Д.В., Павлов В.В. Среднесрочные результаты одноэтапной ревизионной реконструкции передней крестообразной связки: ретроспективный анализ 36 случаев. *Травматология и ортопедия России*. 2024;30(1):76-88. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-17415>.

 Гофер Антон Сергеевич; e-mail: a.hofer.ortho@gmail.com

Рукопись получена: 20.11.2023. Рукопись одобрена: 15.01.2024. Статья опубликована онлайн: 12.03.2024.

© Гофер А.С., Алекперов А.А., Гуражев М.Б., Авдеев А.К., Лукинов В.Л., Рубцов Д.В., Павлов В.В., 2024



## Mid-term Results of a Single-Stage Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Retrospective Analysis of 36 Cases

Anton S. Gofer, Aleksandr A. Alekperov, Mikhail B. Gurazhev, Artem K. Avdeev, Vitaly L. Lukinov, Dmitriy V. Rubtsov, Vitaliy V. Pavlov

*Tsivnyan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics, Novosibirsk, Russia*

### Abstract

**Background.** Revision anterior cruciate ligament reconstruction is becoming more and more common in the knee surgery due to the annual increase in the number of primary anterior cruciate ligament reconstructions. Choosing the most suitable graft and determining the staging of the surgical treatment by preoperative assessment of the possibility of performing the most anatomical revision canals and their interposition with the primary canals are the main factors that influence treatment results.

**Aim of the study** — comparative assessment of the results of using hamstring tendon and peroneus longus tendon autografts in a one-stage revision reconstruction of the anterior cruciate ligament.

**Methods.** A retrospective analysis of the medical records of 36 patients who underwent revision anterior cruciate ligament reconstruction was performed. The patients were divided into two groups: in the patients of the study group ( $n = 19$ ) a peroneus longus tendon (PLT) autograft was used, in the comparison group ( $n = 17$ ) a hamstring tendon autograft (HT) was applied. Subjective and objective evaluation using the KOOS, IKDC, and Lysholm scales was performed, and position of the central entry points of the primary and revision canals was determined.

There were no statistically significant differences in the objective assessment of the knee joint stability. Significantly better results of subjective assessment of the knee function according to the Lysholm and KOOS scales were obtained in the PLT group ( $p = 0.042$  and  $p < 0.001$ , respectively). Position of revision canals corresponded to the standard values, but position of the femoral canal had a slight cranial and anterior displacement. It was also found that the PLT graft diameter was statistically significantly larger than the HT graft diameter ( $p < 0.001$ ).

**Results.** There were no statistically significant differences in the objective assessment of the knee joint stability. Significantly better results of subjective assessment of the knee function according to the Lysholm and KOOS scales were obtained in the PLT group ( $p = 0.042$  and  $p < 0.001$ , respectively). Position of revision canals corresponded to the standard values, but position of the femoral canal had a slight cranial and anterior displacement. It was also found that the PLT graft diameter was statistically significantly larger than the HT graft diameter ( $p < 0.001$ ).

**Conclusion.** One-stage revision anterior cruciate ligament reconstruction is a safe and effective surgical procedure providing satisfactory objective and subjective clinical results. Use of peroneus longus tendon autograft allows to obtain better results in comparison with the hamstring tendon autograft.

**Keywords:** knee joint, anterior cruciate ligament, revision anterior cruciate ligament reconstruction, arthroscopy.

**Cite as:** Gofer A.S., Alekperov A.A., Gurazhev M.B., Avdeev A.K., Lukinov V.L., Rubtsov D.V., Pavlov V.V. Mid-term Results of a Single-Stage Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Retrospective Analysis of 36 Cases. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2024;30(1):76-88. (In Russian). <https://doi.org/10.17816/2311-2905-17415>.

✉ Anton S. Gofer; e-mail: [a.hofer.ortho@gmail.com](mailto:a.hofer.ortho@gmail.com)

Submitted: 20.11.2023. Accepted: 15.01.2024. Published Online: 12.03.2024.



## ВВЕДЕНИЕ

Артроскопическая реконструкция передней крестообразной связки (ПКС) — одно из самых распространенных оперативных вмешательств на коленном суставе (КС). Количество таких реконструктивных операций ежегодно увеличивается в связи с популяризацией активного образа жизни среди населения и ростом числа квалифицированных хирургов, способных выполнить данный вид вмешательства. Современные методики операций позволяют добиться хороших результатов в большинстве случаев, однако, по данным научной литературы, доля неудовлетворительных исходов первичной реконструкции ПКС находится в диапазоне от 5 до 20% [1, 2]. Соответственно, повторные оперативные вмешательства на ПКС становятся все более распространенными.

Сложность ревизионной операции обусловлена определенными факторами, которые напрямую или опосредованно влияют на результат лечения. Одним из наиболее значимых является предоперационная оценка возможности проведения максимально анатомичных ревизионных каналов с учетом положения и размерных характеристик первичных каналов и определения этапности хирургического лечения [3, 4, 5]. Выбор оптимального трансплантата, способа его обработки и фиксации также является одним из основополагающих факторов, который влияет на исходы ревизионной операции. Известно, что аутоотрансплантаты обладают преимуществами перед синтетическими [6] или аллотрансплантатами [7, 8, 9], однако в некоторых ситуациях использование последних позволяет решить нестандартные задачи, возникающие при выполнении ревизионного вмешательства [10].

Дополнительное положительное влияние на исходы ревизионных реконструкций ПКС оказывают симультанные внесуставные вмешательства — латеральный экстраартикулярный тенодез [11, 12] и коррекция избыточного переднего угла наклона плато большеберцовой кости в сагиттальной плоскости [13, 14]. Однако эти вмешательства повышают уровень хирургической агрессии и риск развития различного вида осложнений, поэтому должны выполняться по строгим показаниям, а не повсеместно.

Таким образом, результаты ревизионной реконструкции ПКС зависят от многих аспектов, включая выбор трансплантата, а отсутствие единого мнения по данному вопросу послужило поводом для проведения исследования для выявления и подтверждения тех или иных значимых факторов, влияющих на исход оперативного лечения.

**Цель исследования** — провести сравнительную оценку результатов применения аутоотрансплантатов из сухожилий подколенных сгибателей голени и длинной малоберцовой мышцы при одно-

этапной ревизионной реконструкции передней крестообразной связки.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

### Дизайн исследования

Тип: ретроспективное когортное сравнительное одностороннее нерандомизированное исследование.

Проведен ретроспективный анализ медицинской документации 43 пациентов, которым была выполнена ревизионная реконструкция ПКС на базе ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» в период с 2016 по 2019 г.

**Критерии включения:** законченный случай выполненной одноэтапной ревизионной реконструкции ПКС в рассматриваемый период.

**Критерии невключения** в исследование: мультилигаментарное повреждение КС, остеоартроз КС 2–3 ст., выраженная осевая деформация КС, наличие тяжелой соматической патологии, повторные ревизионные вмешательства.

**Критерии исключения:** двухэтапная ревизия, повреждение противоположного коленного сустава, отсутствие связи с пациентом.

С учетом критериев включения, невключения и исключения анализ выполнялся на основании законченных 36 случаев (рис. 1). Пациенты были разделены на две группы в зависимости от вида используемого сухожильного аутоотрансплантата: у пациентов группы исследования — PLT ( $n = 19$ ) — использовался аутоотрансплантат из сухожилия длинной малоберцовой мышцы (PLT), в группе сравнения — НТ ( $n = 17$ ) — трансплантат из сухожилий подколенных сгибателей голени (НТ).



Рис. 1. Блок-схема дизайна исследования

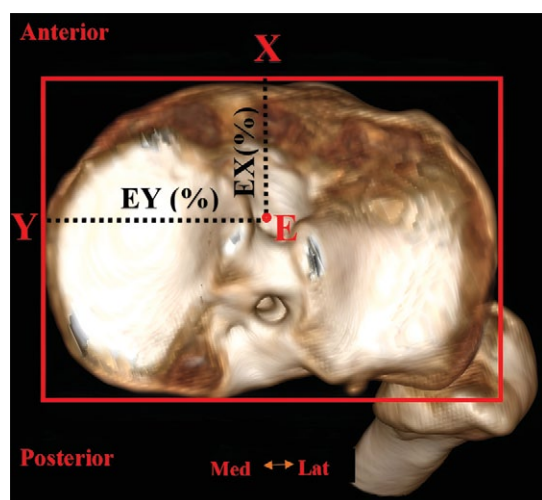
Fig. 1. Flowchart of the study design

### Методы оценки результатов

У пациентов проводилось обследование при помощи специализированных балльных систем оценки функции коленного сустава — опросников IKDC 2000, Lysholm и KOOS. Для оценки стабильности коленного сустава в обеих группах проводили объективное обследование по протоколу

IKDC 2000 (Lachman и pivot-shift тесты) до операции и через 12 мес. после оперативного вмешательства. В группе PLT проводилась оценка функционального состояния голеностопного сустава по шкале AOFAS до и через 12 мес. после операции.

Результаты МСКТ исследования оценивались до и после оперативного вмешательства — определялся диаметр и положение центральных точек входов первичных и ревизионных костных каналов. Метод анатомических координатных осей применялся для большеберцового канала и исчислялся в процентах (рис. 2). Метод, описанный М. Bernard с соавторами [15], использовался для оценки точек входа в бедренный канал (рис. 3). За нормативные значения координат положений точек входа в костные каналы были взяты показатели, соответствующие общеизвестным данным о топографии места крепления нативной ПКС к большеберцовой и бедренной костям [16].



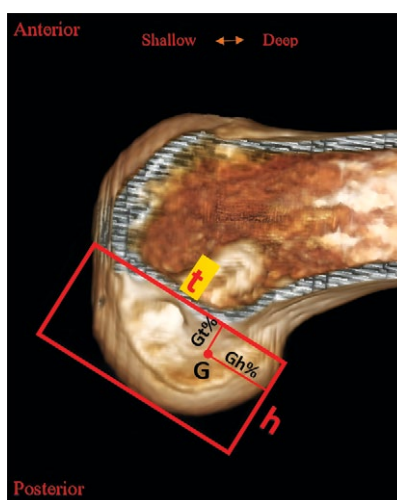
**Рис. 2.** Положение центральной точки крепления нативной ПКС на большеберцовой кости (E); Y — линия, проведенная через наиболее выступающую точку медиального края плато большеберцовой кости; X — линия, проведенная через крайнюю точку переднего края плато большеберцовой кости, перпендикулярная линии Y; EX — расстояние от переднего края плато большеберцовой кости (43,8%); EY — расстояние от медиального края плато большеберцовой кости (48,9%)

**Fig. 2.** Position of the central attachment point of the native ACL on the tibia (E); Y — line drawn through the most prominent point of the medial edge of the tibial plateau; X — line drawn through the extreme point of the anterior edge of the tibial plateau, perpendicular to the line Y; EX — distance from the anterior edge of the tibial plateau (43.8%); EY — distance from the medial edge of the tibial plateau (48.9%)

При анализе интраоперационных данных проводилась оценка диаметра ревизионного трансплантата, наличия осложнений и длительности оперативного вмешательства.

### Статистический анализ

Дескриптивные статистики непрерывных показателей рассчитывались в виде: медиана (Me) [первый квартиль Q1; третий квартиль Q3], среднее  $\pm$  стандартное отклонение ( $M \pm SD$ ), минимальное — максимальное значения. У бинарных показателей определяли количество событий, их частоту и 95% доверительный интервал (95% ДИ) частоты по формуле Вильсона. Сравнения непрерывных показателей между группами проводилось U-критерием Манна–Уитни. Для количественной оценки парных связей между непрерывными показателями вычислялись коэффициенты корреляции Спирмена. Бинарные показатели сравнивали



**Рис. 3.** Положение центральной точки крепления нативной ПКС на бедренной кости: t — линия, соответствующая линии Blumensaat; h — линия, проходящая через крайнюю точку заднего края латерального мыщелка бедренной кости, перпендикулярная линии t; Gh (%) — расстояние от наиболее глубокой точки медиального края латерального мыщелка бедренной кости (29,9%); Gt (%) — расстояние от линии Blumensaat (30,1%)

**Fig. 3.** Position of the central attachment point of the native ACL on the femur: t — line corresponding to the Blumensaat's line; h — line passing through the extreme point of the posterior edge of the lateral femoral condyle, perpendicular to the line t; Gh (%) — distance from the deepest point of the medial edge of the lateral femoral condyle (29.9%); Gt (%) — distance from the Blumensaat's line (30.1%)

точным критерием Фишера. Оценка различия бинарных показателей проводилась путем расчета отношения шансов событий с 95% ДИ. Использовались только двусторонние критерии сравнения. Коррекция ошибки множественного сравнения проводилась методом Бенджамини–Хохберга. Проверка статистических гипотез проводилась при критическом уровне значимости  $p = 0,05$ , т.е. различие считалось статистически значимым при  $p < 0,05$ . Статистические расчеты проводились в интегрированной среде разработки (IDE) RStudio (версия 2022.07.2 RStudio, Inc., США) на языке R v. 4.1.3 (2022-03-10), Австрия).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Средний срок наблюдения составил  $27,5 \pm 11,9$  мес. (диапазон 12–48 мес.). Общая характеристика пациентов представлена в таблице 1.

Таблица 1  
Общая характеристика пациентов

Признак	Количество, $n = 43$
Пол*: мужчины женщины	17 (39,5) 26 (60,5)
Возраст, лет**	$34,4 \pm 8,7$ (18–53)
Срок наблюдения, мес.**	$27,5 \pm 11,9$ (12–48)
ИМТ, кг/м <sup>2</sup> **	$27,1 \pm 3,8$ (19,4–41,4)
Срок между операциями, мес.**	$83,1 \pm 71,5$ (6–372)

\* — абс. (%); \*\* — Ср.  $\pm$  SD (min-max).

Данные об исходном методе фиксации и первичном трансплантате и распределение их внутри сравниваемых групп (НТ и PLT) представлены в таблице 2.

## Характеристика первичных каналов обеих групп

При проведении анализа результатов МСКТ-исследований выявлено неанатомичное положение исходных каналов в 19 случаях (52,7%). Из них: 13 (36,1%) — бедренный канал, 2 (5,6%) — большеберцовый канал, 4 (11,1%) — оба канала. Средний диаметр первичного канала большеберцовой кости составил  $7,48 \pm 0,69$  мм, бедренной кости —  $7,6 \pm 0,74$  мм. Средние значения координат положения центральных точек входа первичных каналов рассматриваемых групп представлены в таблице 3 и изображены на рисунках 4 и 5.

## Анализ влияния факторов риска на развитие несостоятельности исходного трансплантата

Повреждение первичного трансплантата при отсутствии травмы в анамнезе или ее низкоэнергетическом характере чаще происходило при неанатомичном положении костных каналов ( $p < 0,001$ ). Также выявлена статистически значимая корреляционная связь между сроком развития несостоятельности трансплантата ПКС и возрастом на момент первичной операции ( $p = 0,041$ ). Статистически значимой корреляционной связи между сроком развития несостоятельности трансплантата и ИМТ не выявлено ( $p = 0,744$ ).

Таблица 2  
Ревизионный и первичный трансплантаты, исходный метод фиксации в исследуемых группах, абс. (%)

Ревизионный трансплантат $n = 36$		Первичный трансплантат	Исходный метод фиксации			
			экстракортикальная	интраканальная	комбинированная	кросс-пин
НТ $n = 17$	PLT $n = 19$					
0 (0,0)	7 (19,4)	Ауто ST	7 (19,4)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
0 (0,0)	10 (27,8)	Ауто НТ	0 (0,0)	1 (2,8)	3 (8,3)	6 (16,7)
3 (8,3)	1 (2,8)	Ауто ВТВ	0 (0,0)	4 (11,1)	0 (0,0)	0 (0,0)
3 (8,3)	0 (0,0)	Ауто PLT	0 (0,0)	0 (0,0)	3 (8,3)	0 (0,0)
10 (27,8)	0 (0,0)	Синтетический протез	0 (0,0)	10 (27,8)	0 (0,0)	0 (0,0)
1 (2,8)	1 (2,8)	Аллографт	0 (0,0)	2 (5,6)	0 (0,0)	0 (0,0)

Ауто ST — аутоотрансплантат из сухожилия полусухожильной мышцы; НТ — сухожилия полусухожильной и тонкой мышц; ВТВ — трансплантат из собственной связки надколенника с костными блоками; PLT — сухожилие длинной малоберцовой мышцы.

Таблица 3

Средние значения координат положения центральных точек входов в первичные костные каналы,  $M \pm SD$  (min-max)

Первичный костный канал	Показатель	Норма	PLT, $n = 19$	HT, $n = 17$	$p$
Большеберцовый	EX (%)	43,8 $\pm$ 3,0	44,63 $\pm$ 1,89 (40–47)	48,47 $\pm$ 10,85 (30–71)	0,666
	EY (%)	48,9 $\pm$ 3,0	47,79 $\pm$ 2,20 (45–51)	46,82 $\pm$ 10,96 (5–52)	0,081
Бедренный	Gh (%)	29,9 $\pm$ 3,0	47,11 $\pm$ 15,48 (28–67)	45,12 $\pm$ 14,72 (29–67)	0,962
	Gt (%)	30,1 $\pm$ 3,0	19,26 $\pm$ 9,84 (4–31)	28,94 $\pm$ 14,94 (5–56)	0,122

Здесь и далее: EX (%) — расстояние от переднего края плато большеберцовой кости в процентах; EY (%) — расстояние от медиального края плато большеберцовой кости в процентах; Gh (%) — расстояние от наиболее глубокой точки медиального края латерального мыщелка бедренной кости в процентах; Gt (%) — расстояние от линии Blumensaatt в процентах.

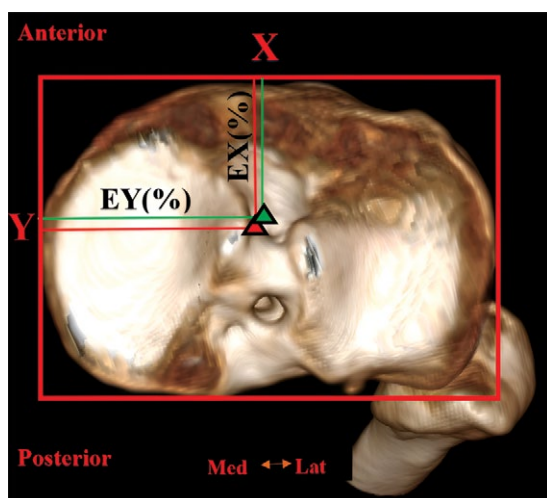


Рис. 4. Среднее положение центральных точек входа в первичные (отмечено красным цветом) и ревизионные каналы (отмечено зеленым цветом) большеберцовой кости

Fig. 4. Average position of the central entry points into the primary canals (marked in red) and revision canals (marked in green) of the tibial condyle

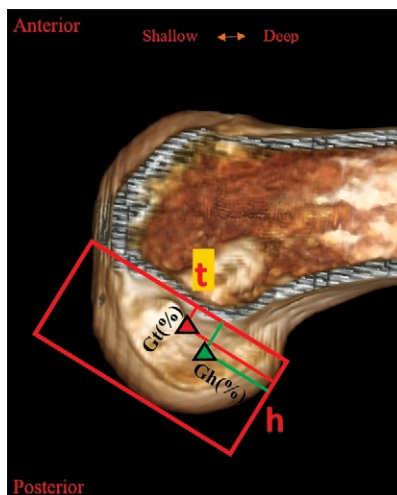


Рис. 5. Среднее положение центральных точек входа в первичные (отмечено красным цветом) и ревизионные каналы (отмечено зеленым цветом) бедренной кости

Fig. 5. Average position of the central entry points into the primary canals (marked in red) and revision canals (marked in green) of the femur

## Оценка интраоперационных данных

Длительность ревизионного вмешательства в рассматриваемых группах статистически не различалась, однако в группе PLT средний показатель имел

меньшие значения. Ревизионный аутотрансплантат PLT обладал статистически значимо большим диаметром, чем аутотрансплантат HT (табл. 4).

Таблица 4

Результаты анализа интраоперационных данных,  $M \pm SD$  (min-max)

Показатель	PLT, $n = 19$	HT, $n = 17$	$p$
Длительность операции, мин.	83,95 $\pm$ 27,92 (55–170)	94,12 $\pm$ 38,7 (45–180)	0,494
Диаметр трансплантата, мм	8,61 $\pm$ 0,49 (7,5–9,5)	7,44 $\pm$ 0,35 (7–8)	<0,001
Диаметр ревизионных каналов, мм:			
большеберцовый канал	8,42 $\pm$ 0,72 (7,0–9,5)		>0,999
бедренный канал	8,45 $\pm$ 0,69 (7,0–9,5)		

**Анализ послеоперационных данных**

Анализ положения центральных точек входа в ревизионные каналы показал, что статистически значимые различия между группами отсутствуют, а средние значения координат центральных точек находятся в анатомичных позициях. Средние значения координат положения центральных точек входа ревизионных каналов рассматриваемых групп представлены в таблице 5 и изображены на рисунках 4 и 5.

**Субъективная и объективная оценки результатов лечения**

При оценке стабильности коленного сустава по протоколу IKDC 2000 и pivot-shift тесту до и после оперативного вмешательства статистически значимых различий между группами не выявлено (табл. 6).

При сравнительном анализе результатов оценки субъективных показателей по шкалам KOOS и Lysholm через 12 мес. после ревизионного вмешательства выявлены статистически значимо более высокие показатели в группе PLT, однако по шкале IKDC результаты оказались сопоставимы (табл. 7).

Функциональное состояние голеностопного сустава и стопы в группе PLT оценивали по шкале AOFAS. У всех 19 пациентов получены сопоставимые результаты до оперативного вмешательства —  $99,00 \pm 0,94$  (97–100) и через 12 мес. после операции —  $99,21 \pm 0,71$  (98–100) ( $p = 0,919$ ).

Повторной несостоятельности или разрыва трансплантата, а также послеоперационных осложнений, потребовавших повторного оперативного ревизионного вмешательства, в обеих группах в указанные сроки наблюдения не выявлено.

Таблица 5

**Средние значения координат положения центральных точек входов в ревизионные каналы,  $M \pm SD$  (min-max)**

Ревизионный канал	Показатель	Норма	PLT, $n = 19$	HT, $n = 17$	$p$
Большеберцовый	EX (%)	43,8 $\pm$ 3,0	44,58 $\pm$ 1,61 (41–47)	43,41 $\pm$ 3,02 (39–48)	0,629
	EY (%)	48,9 $\pm$ 3,0	48,42 $\pm$ 2,59 (45–55)	48,71 $\pm$ 1,93 (45–52)	0,469
Бедренный	Gh (%)	29,9 $\pm$ 3,0	31,89 $\pm$ 2,73 (24–36)	32,18 $\pm$ 3,40 (25–39)	0,835
	Gt (%)	30,1 $\pm$ 3,0	30,79 $\pm$ 4,2 (25–40)	30,53 $\pm$ 3,61 (23–37)	0,861

Таблица 6

**Объективная оценка стабильности коленного сустава до и после оперативного вмешательства**

Тест	Общее, $n = 36$		PLT, $n = 19$		HT, $n = 17$	
	до операции	после операции	до операции	после операции	до операции	после операции
IKDC 2000; тест Лахмана, A/B/C/D	0/0/22/14	16/20/0/0	0/0/10/9	6/13/0/0	0/0/12/5	10/7/0/0
Pivot-shift тест, 0/1+/2+/3+	0/2/16/18	24/12/0/0	0/1/7/11	14/5/0/0	0/1/9/7	10/7/0/0

$p > 0,999$ .



Таблица 7

Сравнительный анализ результатов субъективной оценки функции коленного сустава,  $M \pm SD$  (min-max)

Шкала	PLT, $n = 19$		HT, $n = 17$		$p$	
	до операции	через 12 мес.	до операции	через 12 мес.	до операции	через 12 мес.
KOOS (общий показатель)	48,58 $\pm$ 7,61 (36–63)	82,95 $\pm$ 3,84 (77–90)	47,29 $\pm$ 9,60 (34–62)	73,71 $\pm$ 3,64 (68–81)	0,558	<0,001
KOOS (боль)	41,68 $\pm$ 10,32 (24–62)	90,26 $\pm$ 5,41 (82–99)	39,76 $\pm$ 13,35 (21–60)	79,53 $\pm$ 6,64 (69–91)	0,485	<0,001
KOOS (симптомы)	60,74 $\pm$ 5,61 (51–71)	84,58 $\pm$ 7,6 (72–95)	59,18 $\pm$ 7,23 (49–71)	77,18 $\pm$ 5,79 (66–88)	0,465	0,013
KOOS (ежедневная активность)	69,53 $\pm$ 5,09 (61–78)	89,05 $\pm$ 5,19 (77–98)	68,59 $\pm$ 6,22 (60–78)	79,47 $\pm$ 3,74 (72–86)	0,515	<0,001
KOOS (спортивная активность)	42,11 $\pm$ 10,49 (25–62)	84,11 $\pm$ 5,64 (76–95)	40,65 $\pm$ 13,18 (23–62)	76,47 $\pm$ 7,81 (64–92)	0,456	0,004
KOOS (качество жизни)	29,05 $\pm$ 6,64 (18–40)	68,32 $\pm$ 5,51 (55–80)	27,47 $\pm$ 8,16 (16–39)	58,06 $\pm$ 5,3 (46–66)	0,474	<0,001
Lysholm	60,32 $\pm$ 11,35 (40–75)	81,21 $\pm$ 5,17 (72–89)	55,24 $\pm$ 10,65 (41–71)	77,35 $\pm$ 4,49 (68–84)	0,158	0,042
IKDC 2000	52,37 $\pm$ 7,65 (38–65)	80,58 $\pm$ 4,86 (72–88)	51,53 $\pm$ 8,09 (38–65)	77,24 $\pm$ 4,98 (68–86)	0,600	0,065

## ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ результатов современных исследований позволяет определить, что неанатомичное положение входов в костные каналы является одной из основных технических ошибок, которые приводят к развитию несостоятельности трансплантата ПКС [5, 17, 18]. В частности, в работе J.A. Morgan с соавторами выявлено, что некорректное положение входа в бедренный канал приводит к остаточной ротационной нестабильности КС с хронической травматизацией трансплантата ПКС и развитием его несостоятельности [5]. Схожие результаты получены в результате анализа материала нашего исследования — неанатомичное положение входов в костные каналы наблюдалось в 19 случаях (52,8%), при этом наиболее часто встречалось изолированное некорректное положение входа в бедренный канал, который располагался вертикально и кпереди от анатомичной позиции. При оценке характера травмы у данной категории пациентов выявлена статистически значимая связь ( $p < 0,001$ ) между некорректной позицией входов в первичные каналы и развитием несостоятельности трансплантата в условиях отсутствия травмы в анамнезе или при травме, в которой механиз-

мом повреждения являлась какая-либо чрезмерная нагрузка, которая при прочих равных не могла привести к разрыву ПКС или имела низкоэнергетический характер. Таким образом, учитывая отрицательное влияние некорректного положения костных каналов на результаты первичной реконструкции ПКС, возникает необходимость анатомичного их проведения и во время ревизионного вмешательства для снижения риска развития несостоятельности ревизионного трансплантата ПКС.

Анализ размерных характеристик проведенных костных каналов во время ревизионного вмешательства в нашем исследовании показал, что их средний диаметр составил: в ББК — 8,42 $\pm$ 0,72 мм, в БК — 8,45 $\pm$ 0,69 мм. Полученные данные свидетельствуют о том, что выполнение одноэтапной ревизионной реконструкции ПКС при анатомично расположенных каналах в большинстве случаев возможно при их диаметре до 10 мм, что также подтверждается данными научной литературы [19, 20]. Размер подготовленного трансплантата наиболее часто имеет значение менее 10 мм, что может не позволить осуществить адекватную импакцию в канал из-за различий в значениях диа-

метра канала и графта и привести, в свою очередь, к развитию несостоятельности трансплантата [21]. Тем не менее в некоторых исследованиях выполнение одноэтапной ревизии осуществлялось при анатомично расположенных каналах, диаметр которых имел значения от 10 до 14 мм [22, 23]. Это, по нашему мнению, не может быть повсеместно применимо для одноэтапного хирургического лечения, несмотря на имеющиеся известные методы одномоментного замещения одного из вторично расширенных каналов за счет костно-сухожильных аллогraftов [23, 24]. Между тем предоперационная оценка взаиморасположения первичных и планируемых каналов играет важную роль в снижении риска интраоперационных осложнений. В частности, в нашем исследовании наблюдалось два случая интраоперационного слияния первичных и ревизионных каналов, что привело к увеличению длительности оперативного вмешательства и вынужденному выполнению двухэтапной операции. Таким образом, можно сделать вывод о необходимости разработки максимально точной методики предоперационного планирования, основанного на математических расчетах и корректного отбора пациентов для выполнения одно- или двухэтапной ревизионной реконструкции ПКС, особенно учитывая имеющиеся научные публикации, в которых выявлено, что результаты одноэтапных и двухэтапных ревизионных вмешательств в долгосрочной перспективе сопоставимы [20].

Выбор трансплантата для ревизионной реконструкции ПКС до сих пор остается предметом дискуссий в хирургическом сообществе. Результаты современных исследований говорят о преимуществах использования собственных тканей пациента в качестве трансплантата для восстановления ПКС [7, 25]. Наиболее часто встречающимися в научной литературе ревизионными аутоотрансплантатами являются трансплантаты из сухожилий подколенных сгибателей голени (НТ), собственной связки надколенника с костными блоками (ВТВ) и сухожилия четырехглавой мышцы бедра (QT) [9]. С одной стороны, имеются работы, в которых сообщается о сопоставимых результатах применения сухожильных графтов в сравнении с трансплантатами с костными блоками [26, 27]. С другой стороны, аутоотрансплантаты QT и ВТВ обладают некоторыми преимуществами, так как при определенных условиях позволяют выполнить ревизионную реконструкцию ПКС с одномоментной костной пластикой вторично расширенного канала и ожидать прогнозируемых результатов [26]. Тем не менее имеющиеся преимущества, по нашему мнению, не перекрывают негативные моменты, которые могут возникнуть в результате использования трансплантатов

QT или ВТВ. К недостаткам относятся: увеличение риска перелома надколенника при трансплантате, костный блок которого более 1 см, снижение темпов реабилитации ввиду того, что четырехглавая мышца бедра является одним из основных активных стабилизаторов КС и совместно с собственной связкой надколенника является непосредственным участником разгибательного аппарата КС, возникновение проблемы болезненности донорского участка (боль в переднем отделе КС), наличие противопоказаний для использования данного вида графтов при дегенеративных изменениях в пателло-фemorальном суставе, а также относительной сложности взятия трансплантата [27]. В свою очередь, аллотрансплантаты лишены вышеперечисленных недостатков и благодаря тому, что в настоящее время подвергаются более эффективным методам стерилизации, хранения и транспортировки, позволяют безопасно избегать проблем, связанных с донорским участком, а также дают возможность выполнить одномоментную костную пластику вторично расширенного канала и реконструкцию ПКС [10]. Однако данный вид трансплантатов не всем доступен и, согласно результатам исследований, имеет риск повреждения выше, чем аутографт [7, 8].

В последние годы наблюдается рост количества опубликованных исследований, в которых проводится анализ результатов реконструкции ПКС при использовании аутоотрансплантата из PLT [28, 29, 30, 31, 32]. В частности, K.Y. Phatama и соавторы в своем экспериментальном кадаверном исследовании выявили, что PLT обладает лучшими, но сопоставимыми прочностными характеристиками, чем трансплантат НТ ( $p>0,05$ ), однако по сравнению с трансплантатами ВТВ и QT сухожилие длинной малоберцовой мышцы обладает значимо более высокими ( $p<0,05$ ) показателями прочности при растяжении [32]. T. Goyal с соавторами проводили анализ применения PLT в качестве трансплантата для реконструкции ПКС, и в среднем через 2 года наблюдения у всех пациентов, включенных в исследование, были получены хорошие послеоперационные показатели по оценочным шкалам Lysholm и IKDC ( $85,03\pm7,2$  и  $80,7\pm6$  баллов соответственно). Также авторами не было зарегистрировано случаев инфекционных осложнений и несостоятельности трансплантата [28]. В другом исследовании F.-D. Shi с соавторами проводили сравнительную оценку результатов применения трансплантатов PLT и НТ при первичной реконструкции ПКС. В ходе работы получены сопоставимые послеоперационные результаты между группами при оценке по функциональным шкалам Lysholm (в группе PLT  $92,00\pm6,81$ ; НТ  $93,00\pm5,22$ ) и IKDC (в группе PLT  $90,13\pm3,01$ ; НТ  $89,22\pm3,83$ ) в среднем через 24 мес.

наблюдения [30]. Схожие результаты получены в нашем исследовании: в среднем через год после оперативного вмешательства сравнительный анализ субъективных результатов по шкале IKDC показал сопоставимые значения в группах PLT и HT ( $p = 0,065$ ). Однако показатели по шкалам KOOS и Lysholm в группе PLT оказались статистически значимо выше, чем в группе HT ( $p < 0,001$  и  $p = 0,042$  соответственно).

Согласно результатам современных исследований, использование PLT в качестве аутотрансплантата для реконструкции ПКС не оказывает значительного негативного влияния на функцию стопы и голеностопного сустава [28, 29, 30, 31]. В частности, в проведенном метаанализе J. He с соавторами выявлены статистически значимые, но не существенные различия по шкале AOFAS между показателями до оперативного лечения и послеоперационными (средний балл снизился на 0,31;  $p = 0,01$ ), а при оценке по шкале FADI результаты оказались сопоставимыми (среднее значение различий — 0,02 балла) [29]. Результаты, полученные в ходе нашего исследования, также подтверждают отсутствие значительного влияния на функцию стопы и голеностопного сустава, а именно при анализе результатов оценки по шкале AOFAS выявлено, что до и после операции показатели сопоставимы ( $p = 0,919$ ).

Вопрос влияния диаметра трансплантата на результаты реконструкции ПКС довольно часто рассматривается в современных исследованиях. В частности, в исследовании L. Spragg с соавторами и в работе T. Snaebjörnsson с соавторами выявлено, что увеличение диаметра трансплантата на каждые 0,5 мм (от 7,0 до 10,0 мм) приводило к снижению риска ревизионного вмешательства в 0,82 раз и 0,86 раза соответственно [33, 34]. Вышеизложенные результаты исследований касаются первичной реконструкции ПКС, однако данные выводы также применимы и к ревизионному вмешательству. По нашему мнению, диаметр ревизионного аутотрансплантата должен превышать 8,0–8,5 мм, так как, во-первых, необходимо снижать риск повторной ревизии, снижая влияние одного из факторов риска, а во-вторых, данный размер графта в большинстве случаев позволяет «перекрыть» диаметр анатомично расположенных входов в каналы от предшествующего вмешательства. Анализ литературных данных позволил определить, что трансплантат PLT в большинстве случаев имеет диаметр более 8 мм [28, 29, 30, 31]. В частности, в исследовании S. Rhatomy с соавторами при сравнительной оцен-

ке средних значений диаметров трансплантата PLT ( $8,8 \pm 0,7$  мм; от 8 до 10 мм) и HT ( $8,2 \pm 0,8$  мм; от 7 до 9 мм) выявлены статистически значимые различия ( $p = 0,012$ ) [31]. Полученные в работе S. Rhatomy с соавторами показатели подтверждаются результатами нашего исследования: средний диаметр трансплантата PLT составил 8,7 мм (от 7,5 до 9,5 мм), что оказалось значимо больше среднего диаметра трансплантата HT (7,6 мм; от 7 до 8 мм;  $p < 0,001$ ).

### Ограничения исследования

Настоящее исследование имеет некоторые ограничения. Во-первых, ретроспективный анализ результатов и соответственно отсутствие рандомизации пациентов. Во-вторых, не проводился анализ стабильности и объема движений голеностопного сустава, поскольку полученные результаты и их достоверность в исследовании J. He и соавторов [29] нами были сочтены достаточными. В-третьих, небольшое количество пациентов, включенных в исследование, объясняется тем, что на сегодняшний день не произошло достаточного потокового накопления случаев ревизионной реконструкции ПКС, где применялся трансплантат PLT. Положительными моментами нашего исследования является анализ применения аутотрансплантата PLT в рамках ревизионного вмешательства в сравнении с наиболее популярным графтом HT. Наряду с этим использование международных оценочных шкал (Lysholm, IKDC, KOOS) позволяет проводить прямое сравнение с зарубежными исследованиями. Исследование носит превентивный характер в связи с ожидаемым ростом количества ревизионных реконструкций ПКС.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одноэтапная ревизионная реконструкция ПКС является безопасным и эффективным оперативным вмешательством, обеспечивающим удовлетворительные объективные и субъективные клинические результаты. Применение аутотрансплантата из сухожилия длинной малоберцовой мышцы позволяет получить результаты лучше, чем при использовании трансплантата из сухожилий подколенных сгибателей голени по оценочным шкалам KOOS и Lysholm. Учет всех возможных факторов, влияющих на исход ревизионной операции, может позволить получить результаты, сопоставимые с первичными реконструкциями передней крестообразной связки. Для подтверждения полученных результатов необходимы дальнейшие проспективные исследования с участием большего количества пациентов.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

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

**Этическая экспертиза.** Не применима.

**Информированное согласие на публикацию.** Авторы получили письменное согласие пациентов на публикацию медицинских данных и изображений.

## DISCLAIMERS

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

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

**Ethics approval.** Not applicable.

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

## ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

- George M.S., Dunn W.R., Spindler K.P. Current concepts review: revision anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2006;34(12):2026-2037. doi: 10.1177/0363546506295026.
- Grassi A., Ardern C.L., Marcheggiani Muccioli G.M., Neri M.P., Marcacci M., Zaffagnini S. Does revision ACL reconstruction measure up to primary surgery? A meta-analysis comparing patient-reported and clinician-reported outcomes, and radiographic results. *Br J Sports Med.* 2016;50(12):716-724. doi: 10.1136/bjsports-2015-094948.
- Trojani C., Sbihi A., Djian P., Potel J.F., Hulet C., Jouve F. et al. Causes for failure of ACL reconstruction and influence of meniscectomies after revision. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011;19(2):196-201. doi: 10.1007/s00167-010-1201-6.
- Банцер С.А., Трачук А.П., Богопольский О.Е., Тихилов Р.М., Сушков И.В., Мурга Е.Я. Влияние положения туннелей на результаты транстибиальной реконструкции передней крестообразной связки. *Травматология и ортопедия России.* 2017;23(3):7-16. doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-3-7-16.
- Bantser S.A., Trachuk A.P., Bogopol'sky O.E., Tikhilov R.M., Sushkov I.V., Murga E.Ya. Effect of Bone Tunnels Positioning on Outcomes of Transtibial Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2017;23(3):7-16. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-3-7-16.
- Morgan J.A., Dahm D., Levy B., Stuart M.J. MARS Study Group. Femoral tunnel malposition in ACL revision reconstruction. *J Knee Surg.* 2012;25(5):361-368. doi: 10.1055/s-0031-1299662.
- Niki Y., Matsumoto H., Enomoto H., Toyama Y., Suda Y. Single-stage anterior cruciate ligament revision with bone-patellar tendon-bone: a case-control series of revision of failed synthetic anterior cruciate ligament reconstructions. *Arthroscopy.* 2010;26(8):1058-1065. doi: 10.1016/j.arthro.2009.12.015.
- MARS Group; MARS Group. Effect of graft choice on the outcome of revision anterior cruciate ligament reconstruction in the Multicenter ACL Revision Study (MARS) Cohort. *Am J Sports Med.* 2014;42(10):2301-2310. doi: 10.1177/0363546514549005.
- Nissen K.A., Eystuoy N.H., Nielsen T.G., Lind M. Allograft Use Results in Higher Re-Revision Rate for Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Orthop J Sports Med.* 2018;6(6):2325967118775381. doi: 10.1177/2325967118775381.
- Гофер А.С., Алекперов А.А., Гуражев М.Б., Авдеев А.К., Павлов В.В., Корыткин А.А. Ревизионная реконструкция передней крестообразной связки: современные подходы к предоперационному планированию (систематический обзор литературы). *Травматология и ортопедия России.* 2023;29(3):136-148. doi: 10.17816/2311-2905-2130.
- Gofer A.S., Alekperov A.A., Gurazhev M.B., Avdeev A.K., Pavlov V.V., Korytkin A.A. Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Current Approaches to Preoperative Planning (Systematic Review). *Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2023;29(3):136-148. (In Russian). doi: 10.17816/2311-2905-2130.
- Сапрыкин А.С., Банцер С.А., Рябинин М.В., Корнилов Н.Н. Современные аспекты предоперационного планирования и выбора хирургической методики ревизионной реконструкции передней крестообразной связки. *Гений ортопедии.* 2022;28(3):444-451. doi: 10.18019/1028-4427-2022-28-3-444-451.
- Saprykin A.S., Bantser S.A., Rybinin M.V., Kornilov N.N. Current Aspects of Preoperative Planning and Selection of Surgical Techniques for Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Genij Ortopedii.* 2022;28(3):444-451. (In Russian) doi: 10.18019/1028-4427-2022-28-3-444-451
- Grassi A., Zicaro J.P., Costa-Paz M., Samuelsson K., Wilson A., Zaffagnini S. et al. ESSKA Arthroscopy Committee. Good mid-term outcomes and low rates of residual rotatory laxity, complications and failures after revision anterior cruciate ligament reconstruction (ACL) and lateral extra-articular tenodesis (LET). *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2020;28(2):418-431. doi: 10.1007/s00167-019-05625-w.
- Alm L., Drenck T.C., Frosch K.H., Akoto R. Lateral extra-articular tenodesis in patients with revision anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction and high-grade anterior knee instability. *Knee.* 2020;27(5):1451-1457. doi: 10.1016/j.knee.2020.06.005.
- Dejour D., Saffarini M., Demey G., Baverel L. Tibial slope correction combined with second revision ACL produces good knee stability and prevents graft rupture. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23(10):2846-2852. doi: 10.1007/s00167-015-3758-6.
- Napier R.J., Garcia E., Devitt B.M., Feller J.A., Webster K.E. Increased Radiographic Posterior Tibial Slope Is Associated With Subsequent Injury Following Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Orthop J Sports Med.* 2019;7(11):23. doi: 10.1177/2325967119879373.
- Bernard M., Hertel P., Hornung H., Cierpinski Th. Femoral insertion of the ACL: radiographic quadrant method. *Am J Knee Surg.* 1997;10(1):14-22.

16. Tsukada H., Ishibashi Y., Tsuda E., Fukuda A., Toh S. Anatomical analysis of the anterior cruciate ligament femoral and tibial footprints. *J Orthop Sci.* 2008; 13(2):122-129. doi: 10.1007/s00776-007-1203-5.
17. Гофер А.С., Алекперов А.А., Гуражев М.Б., Авдеев А.К., Павлов В.В. Оценка структуры неудачных исходов первичных реконструкций передней крестообразной связки: анализ 84 случаев. *Современные проблемы науки и образования.* 2023;(4):87-87. doi: 10.17513/spno.32736. Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=32736>. Gofer A.S., Alekperov A.A., Gurazhev M.B., Avdeev A.K., Pavlov V.V. Evaluation of the structure of unsuccessful outcomes of primary reconstructions of the anterior cruciate ligament: analysis of 84 cases. *Modern problems of science and education.* 2023;(4):87-87. (In Russian). doi: 10.17513/spno.32736. Available from: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=32736>
18. Rahardja R., Zhu M., Love H., Clatworthy M.G., Monk A.P., Young S.W. Factors associated with revision following anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review of registry data. *Knee.* 2020; 27(2):287-299. doi: 10.1016/j.knee.2019.12.003.
19. Salem H.S., Axibal D.P., Wolcott M.L., Vidal A.F., McCarty E.C., Bravman J.T. et al. Two-Stage Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review of Bone Graft Options for Tunnel Augmentation. *Am J Sports Med.* 2020;48(3):767-777. doi: 10.1177/0363546519841583.
20. Colatruglio M., Flanigan D.C., Long J., DiBartola A.C., Magnussen R.A. Outcomes of 1- Versus 2-Stage Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Sports Med.* 2021;49(3):798-804. doi: 10.1177/0363546520923090.
21. Рыбин А.В., Кузнецов И.А., Румакин В.П., Нетылько Г.И., Ломая М.П. Экспериментально-морфологические аспекты несостоятельности сухожильных ауто- и аллотрансплантатов после реконструкции передней крестообразной связки коленного сустава в раннем послеоперационном периоде. *Травматология и ортопедия России.* 2016;22(4):60-75. doi: 10.21823/2311-2905-2016-22-4-60-75. Rybin A.V., Kuznetsov I.A., Rumakin V.P., Netylko G.I., Lomaya M.P. Experimental and Morphological Aspects of failed Tendon Auto- and Allografts after ACL Reconstruction in Early Postoperative Period. *Traumatology and orthopedics of Russia.* 2016;22(4):60-75 (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2016-22-4-60-75.
22. Ahn J.H., Son D.W., Jeong H.J., Park D.W., Lee I.G. One-Stage Anatomical Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Results According to Tunnel Overlaps. *Arthroscopy.* 2021;37(4):1223-1232. doi: 10.1016/j.arthro.2020.11.029.
23. Werner B.C., Gilmore C.J., Hamann J.C., Gaskin C.M., Carroll J.J., Hart J.M. et al. Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Results of a Single-stage Approach Using Allograft Dowel Bone Grafting for Femoral Defects. *J Am Acad Orthop Surg.* 2016;24(8):581-587. doi: 10.5435/JAAOS-D-15-00572.
24. Dragoo J.L., Kalisvaart M., Smith K.M., Pappas G., Golish R. Single-stage revision anterior cruciate ligament reconstruction using bone grafting for posterior or widening tibial tunnels restores stability of the knee and improves clinical outcomes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2019;27(11):3713-3721. doi: 10.1007/s00167-019-05467-6.
25. Andernord D., Björnsson H., Petzold M., Eriksson B.I., Forssblad M., Karlsson J. et al. Surgical Predictors of Early Revision Surgery After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Results From the Swedish National Knee Ligament Register on 13,102 Patients. *Am J Sports Med.* 2014;42(7):1574-1582. doi: 10.1177/0363546514531396.
26. Barié A., Ehmann Y., Jaber A., Huber J., Streich N.A. Revision ACL reconstruction using quadriceps or hamstring autografts leads to similar results after 4 years: good objective stability but low rate of return to pre-injury sport level. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2019;27(11):3527-3535. doi: 10.1007/s00167-019-05444-z.
27. Trasolini N.A., Lan R., Bolia I.K., Hill W., Thompson A.A., Mayfield C.K. et al. Knee Extensor Mechanism Complications After Autograft Harvest in ACL Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis. *Orthop J Sports Med.* 2023;11(7):23259671231177665. doi: 10.1177/23259671231177665.
28. Goyal T., Paul S., Choudhury A.K., Sethy S.S. Full-thickness peroneus longus tendon autograft for anterior cruciate reconstruction in multi-ligament injury and revision cases: outcomes and donor site morbidity. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2023;33(1):21-27. doi: 10.1007/s00590-021-03145-3.
29. He J., Tang Q., Ernst S., Linde M.A., Smolinski P., Wu S. et al. Peroneus longus tendon autograft has functional outcomes comparable to hamstring tendon autograft for anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2021;29(9):2869-2879. doi: 10.1007/s00167-020-06279-9.
30. Shi F.D., Hess D.E., Zuo J.Z., Liu S.J., Wang X.C., Zhang Y. et al. Peroneus Longus Tendon Autograft is a Safe and Effective Alternative for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *J Knee Surg.* 2019;32(8):804-811. doi: 10.1055/s-0038-1669951.
31. Rhatomy S., Asikin A.I.Z., Wardani A.E., Rukmoyo T., Lumban-Gaol I., Budhiparama N.C. Peroneus longus autograft can be recommended as a superior graft to hamstring tendon in single-bundle ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2019;27(11):3552-3559. doi: 10.1007/s00167-019-05455-w.
32. Phatama K.Y., Hidayat M., Mustamsir E., Pradana A.S., Dhananjaya B., Muhammad S.I. Tensile strength comparison between hamstring tendon, patellar tendon, quadriceps tendon and peroneus longus tendon: a cadaver research. *J Arthrosc Joint Surg.* 2019;6(2):114-116. doi: 10.1016/j.jajs.2019.02.003.
33. Spragg L., Chen J., Mirzayan R., Love R., Maletis G. The Effect of Autologous Hamstring Graft Diameter on the Likelihood for Revision of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Am J Sports Med.* 2016;44(6):1475-1481. doi: 10.1177/0363546516634011.
34. Snaebjörnsson T., Hamrin Senorski E., Ayeni O.R., Alentorn-Geli E., Krupic F., Norberg F. et al. Graft Diameter as a Predictor for Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction and KOOS and EQ-5D Values: A Cohort Study From the Swedish National Knee Ligament Register Based on 2240 Patients. *Am J Sports Med.* 2017;45(9):2092-2097. doi: 10.1177/0363546517704177.



**Сведения об авторах**

✉ Гофер Антон Сергеевич

Адрес: Россия, 630091, г. Новосибирск, ул. Фрунзе, д. 17

<https://orcid.org/0009-0000-3886-163X>

e-mail: a.hofer.ortho@gmail.com

Алекперов Александр Александрович

<https://orcid.org/0000-0003-3264-8146>

e-mail: alecperov@mail.ru

Гуражев Михаил Борисович

<https://orcid.org/0000-0002-6398-9413>

e-mail: tashtagol@inbox.ru

Авдеев Артем Константинович

<https://orcid.org/0009-0008-9147-5808>

e-mail: avdeev.artiom@mail.ru

Лукинов Виталий Леонидович — канд. физ.-мат. наук

<https://orcid.org/0000-0002-3411-508X>

e-mail: vitaliy.lukinov@gmail.com

Рубцов Дмитрий Вячеславович

<https://orcid.org/0009-0007-1490-9783>

e-mail: rubic.dv@yandex.ru

Павлов Виталий Викторович — д-р мед. наук

<https://orcid.org/0000-0002-8997-7330>

e-mail: pavlovdoc@mail.ru

**Authors' information**

✉ Anton S. Gofer

Address: 17, Frunze st., Novosibirsk, 630091, Russia

<https://orcid.org/0009-0000-3886-163X>

e-mail: a.hofer.ortho@gmail.com

Aleksandr A. Alekperov

<https://orcid.org/0000-0003-3264-8146>

e-mail: alecperov@mail.ru

Mikhail B. Gurazhev

<https://orcid.org/0000-0002-6398-9413>

e-mail: tashtagol@inbox.ru

Artem K. Avdeev

<https://orcid.org/0009-0008-9147-5808>

e-mail: avdeev.artiom@mail.ru

Vitaly L. Lukinov — Cand. Sci. (Phys.-Mat.)

<https://orcid.org/0000-0002-3411-508X>

e-mail: vitaliy.lukinov@gmail.com

Dmitriy V. Rubtsov

<https://orcid.org/0009-0007-1490-9783>

e-mail: rubic.dv@yandex.ru

Vitaliy V. Pavlov — Dr. Sci. (Med.)

<https://orcid.org/0000-0002-8997-7330>

e-mail: pavlovdoc@mail.ru

## Кожно-костная реконструкция первого пальца кисти с использованием лучевого кожно-костного комплекса тканей

Л.А. Родоманова

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена»  
Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

### Реферат

**Актуальность.** Одним из возможных способов реконструкции I пальца при утрате его на уровне средней трети луча является кожно-костная реконструкция, которая в настоящее время осуществляется путем пересадки кровоснабжаемого кожно-костного комплекса тканей без риска резорбции костной части трансплантата.


**Цель исследования** — оценить эффективность кожно-костной реконструкции I пальца кисти с использованием кровоснабжаемого комплекса тканей на основе лучевой артерии.


**Материал и методы.** Исследование основано на изучении результатов лечения 27 пациентов, перенесших кожно-костную реконструкцию I пальца кисти с использованием лучевого кожно-костного комплекса тканей, выполненную по методике G. Foucher. Средний возраст пациентов составил  $44,0 \pm 12,7$  лет. Островковый комплекс тканей был использован у 22 случаев, в 5 наблюдениях была выполнена свободная пересадка сложного комплекса тканей с другого предплечья.

**Результаты.** Отдаленные результаты оценивали через год после реконструкции. Во всех случаях достигнуты хорошие функциональные результаты со средним показателем по шкале DASH  $44,4 \pm 10,6$  баллов. Лучшие результаты удалось получить у пациентов с культей на уровне основания основной фаланги первого пальца за счет подвижности пястно-фалангового сустава, средняя амплитуда движений которого составляла  $45^\circ$ . При использовании ладонного пальцевого лоскута по Littler удается достичь дискриминационной чувствительности рабочей поверхности восстанавливаемого пальца в пределах  $7,5 \pm 0,9$  мм. В противном случае восстанавливается только защитная чувствительность пальца.

**Заключение.** Кожно-костная реконструкция первого пальца при утрате его на уровне средней трети луча является эффективным методом восстановительного лечения при невозможности использования других микрохирургических методов, таких как пересадка второго пальца или фрагмента первого пальца стопы.

**Ключевые слова:** I палец кисти, кожно-костная реконструкция, лучевой лоскут.

 **Для цитирования:** Родоманова Л.А. Кожно-костная реконструкция первого пальца кисти с использованием лучевого кожно-костного комплекса тканей. *Травматология и ортопедия России*. 2024;30(1):89-98. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-17485>.

 Родоманова Любовь Анатольевна; e-mail: [rodomanovaliubov@yandex.ru](mailto:rodomanovaliubov@yandex.ru)

Рукопись получена: 01.03.2024. Рукопись одобрена: 13.03.2024. Статья опубликована: 18.03.2024.

© Родоманова Л.А., 2024



## Osteo-Cutaneous Reconstruction of the Thumb by Radial Composite Flap

Lyubov A. Rodomanova

*Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia*

### Abstract

**Background.** One of the possible ways of the thumb reconstruction when it is lost at the level of the middle third of the ray is osteo-cutaneous reconstruction, which today is carried out by transplantation of the blood-supplied composite tissue complex, which allows for reconstruction of the lost thumb without the risk of the bone graft resorption.

**The aim** — to evaluate the effectiveness of osteo-cutaneous reconstruction of the thumb using a blood-supplied tissue complex based on the radial artery.

**Methods.** The study is based on the results of the treatment of 27 patients who underwent the thumb reconstruction with a radial osteo-cutaneous tissue complex performed according to the G. Foucher' technique. The average age of the operated patients was  $44 \pm 12.7$  years. The island tissue complex was used in 22 patients; in 5 cases, a free flap from another forearm was transplanted.

**Results.** Long-term results were evaluated one year after reconstruction. In all cases, good functional results were achieved with an average DASH score of  $44.4 \pm 10.6$  points. The best results were obtained in patients with a stump at the base of the thumb proximal phalanx due to the preservation of the metacarpophalangeal joint mobility, the average volume of movements of which was  $45^\circ$ . When using Littler's flap, it is possible to achieve a 2PD of the working surface of the restored thumb within  $7.5 \pm 0.9$  mm. Otherwise, only the protective sensitivity is restored.

**Conclusions.** The osteo-cutaneous reconstruction of the thumb when it is absent at the level of the middle third of the ray is an effective method of reconstruction if it is impossible to use other microsurgical methods, such as transplantation of the second toe or the fragment of the great toe.

**Keywords:** thumb, osteo-cutaneous reconstruction, radial artery flap.

**Cite as:** Rodomanova L.A. Osteo-Cutaneous Reconstruction of the Thumb by Radial Composite Flap. Traumatology and Orthopedics of Russia. 2024;30(1):89-98. (In Russian). <https://doi.org/10.17816/2311-2905-17485>.

✉ Lyubov A. Rodomanova; e-mail: [rodomanovaliubov@yandex.ru](mailto:rodomanovaliubov@yandex.ru)

Submitted: 01.03.2024. Accepted: 13.03.2024. Published Online: 18.03.2024.

© Rodomanova L.A., 2024

## ВВЕДЕНИЕ

Первый палец имеет большое значение для кисти, обеспечивая 40–50% ее функции за счет возможности противопоставления при выполнении захватов предметов, как кулачного, так и щипкового [1, 2]. При этом I палец должен быть адекватной длины, которая позволила бы в положении приведения его ко II пальцу достигать по крайней мере середины проксимальной фаланги последнего. Поэтому укорочение первого пальца до уровня шейки основной фаланги уже приводит к функциональному дефициту и, следовательно, требует реконструкции [3].

К функциональным требованиям, предъявляемым к реконструированному I пальцу, относятся адекватные длина и подвижность, способность к противопоставлению, стабильность и чувствительность, а также отсутствие боли и адекватный кожный покров. Кроме того, желателен приемлемый внешний вид и минимальные последствия для донорской зоны [3, 4].

В настоящее время самыми популярными методами реконструкции утраченного первого пальца являются микрохирургическая пересадка пальцев стопы, поллицизация (обычно второго пальца или культи другого длинного пальца кисти), а также кожно-костная реконструкция. Кроме того, современное состояние протезирования позволяет использовать экзопротез I пальца при короткой его культе в случае невозможности выполнить оперативное вмешательство или даже после реконструкции с целью придания более эстетичного внешнего вида кисти [4, 5]. Выбор способа реконструкции определяется главным образом уровнем утраты первого луча. G. Lister делил первый луч на четыре зоны: I — дистальная треть, дистальнее межфалангового сустава; II — средняя треть, или субтотальный дефект, — от уровня шейки пястной кости до межфалангового сустава; III — проксимальная треть, или тотальный дефект, с сохранением базального сустава; IV — тотальный дефект без сохранения базального сустава [3]. Для каждого уровня утраты первого луча есть предпочтительные методы реконструкции [2, 3, 4].

При культе первого луча на уровне средней трети одним из применяемых методов восстановления является кожно-костная реконструкция. В 1897 г. С. Nicoladoni в деталях разработал и описал методику кожно-костной реконструкции первого пальца кисти [цит. по 6]. Классическим является способ, включающий четыре этапа, выполняемые с интервалом в 3–5 нед. В качестве костной основы реконструируемого пальца использовали аутооттрансплантаты из гребня большеберцовой кости, крыла подвздошной кости,

ребер, а также трубчатые костные трансплантаты из резецируемых пястных и плюсневых костей [6, 7]. Несмотря на получаемые во всех случаях благоприятные ближайшие результаты, авторы, располагая большим числом наблюдений, указывали на резорбцию дистального отдела пересаженного костного аутооттрансплантата, которая может достигать 30–54% от его исходных размеров [7, 8]. С внедрением в клиническую практику микрохирургических технологий возможности хирургов в отношении реконструкции I пальца значительно расширились.

Поиски способов усовершенствования известных ранее методов реконструкции I пальца привели к тому, что в 1983 г. E. Viemer описал одноэтапный способ кожно-костной реконструкции I пальца сложным островковым кожно-костным лоскутом на основе лучевой артерии. Особенностью этой методики является то, что в трансплантат включается кровоснабжаемый фрагмент диафизарной части лучевой кости размерами до половины ее поперечника, что связано с риском перелома лучевой кости в донорской зоне. Выделение трансплантата в средней трети предплечья обеспечивает возможность безопасного заимствования тканей достаточного размера, донорская рана укрывается расщепленным трансплантатом и хорошо заживает. Сосудистая ножка имеет достаточную длину для ротации [9].

В 1984 г. G. Foucher с соавторами описали другой способ одноэтапной кожно-костной реконструкции I пальца с использованием лучевого кожно-костного лоскута. Лоскут по методике G. Foucher с соавторами выкраивают в дистальной трети предплечья, включают фрагмент лучевой кости из дистального метаэпифиза на постоянной крупной питающей артерии, сосудистую ножку выделяют дистально до анатомической табакерки. Трансплантат проводят под сухожилиями короткого разгибателя первого пальца и длинной отводящей мышцы. Точка ротации расположена в первом межпальцевом промежутке. Чувствительность рабочей поверхности восстанавливают путем перемещения островкового ладонного лоскута с IV пальца (одномоментно или в отсроченном прядке) [10].

**Цель исследования** — оценить эффективность кожно-костной реконструкции I пальца кисти с использованием кровоснабжаемого комплекса тканей на основе лучевой артерии.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В клинике Центра реконструкция I пальца с использованием лучевого кожно-костного комплекса тканей выполнена 27 пациентам (табл. 1).

Таблица 1

**Пациенты, перенесшие кожно-костную реконструкцию первого пальца лучевым  
кожно-костным лоскутом**

№	Пол	Возраст, лет	Отсутствующие пальцы	Сторона повреждения	Уровень культи	Способ	Островковый чувствительный	Осложнения	Дополнительная операция
1	м	55	I, VI–V	прав.	П	Н	нет	нет	нет
2	м	51	I	лев.	О	Н	нет	Парез лучевого нерва	нет
3	м	34	I и II	лев.	П	Н	нет	нет	нет
4	ж	53	I	прав.	П	Н	да	нет	нет
5	м	48	I	прав.	О	Н	да	нет	нет
6	м	57	I, III–V	лев.	О	С	нет	нет	нет
7	м	29	I–V	лев.	О	Н	нет	нет	Пересадка II пальца стопы в позицию IV пальца
8	м	29	I–V	лев.	О	Н	нет	нет	Транспозиция культей V и II пальцев на культи III и IV
9	м	28	I–V	прав.	П	Н	нет	нет	Блок II–III пальцев стопы
10	м	46	I и III	лев.	П	Н	нет	нет	нет
11	м	63	I	лев.	П	Н	да	Тромбоз лучевой артерии	Ревизия, резекция, анастомоз
12	м	52	I	прав.	П	Н	да	нет	нет
13	м	52	I–V	лев.	О	Н	нет	нет	нет
14	ж	35	I–V	прав.	П	Н	нет	нет	нет
15	м	50	I	прав.	О	Н	нет	нет	нет
16	м	54	I	прав.	П	Н	нет	нет	нет
17	м	33	I и II	лев.	О	С	нет	нет	нет
18	м	53	I	лев.	О	Н	нет	нет	нет
19	м	23	I–III	прав.	О	С	нет	нет	нет
20	м	61	I	лев.	П	С	нет	нет	нет
21	м	53	I	прав.	О	Н	да	нет	нет
22	м	28	I	лев.	О	Н	да	нет	нет
23	м	52	I и III–IV	лев.	О	Н	нет	нет	нет
24	ж	59	I	лев.	О	Н	да	нет	нет
25	м	35	I	прав.	П	Н	нет	нет	нет
26	ж	34	I	лев.	О	Н	да	нет	нет
27	м	21	I–V	лев.	О	С	нет	нет	Блок II–III пальцев стопы

П — пястная фаланга; О — основная фаланга; Н — несвободный (островковый); С — свободный.



Среди них 85,2% ( $n = 23$ ) составляли мужчины, 14,8% ( $n = 4$ ) — женщины. Средний возраст оперированных больных равнялся  $44,0 \pm 12,7$  годам, самому молодому был 21 год, а самому старшему — 63 года. У 11 (40,7%) пациентов была повреждена правая кисть, у 16 (59,3%) — левая. По количеству отсутствующих пальцев на кисти распределение было следующим: у 14 (51,9%) пациентов отсутствовал только I палец, у 3 (11,1%) не хватало двух пальцев, у 3 (11,1%) больных отсутствовали три пальца, у одного (3,7%) пациента сохранился только один трехфаланговый палец и у 6 (22,2%) больных отсутствовали все пальцы.

Показанием к выполнению кожно-костной реконструкции I пальца в серии наших наблюдений были следующие особенности повреждений и состояния пациента: наличие культи первого пальца кисти на уровне основания основной фаланги или пястно-фалангового сустава; отсутствие возможности использовать второй палец стопы или какой-либо из пальцев кисти для реконструкции; пожилой возраст; наличие сопутствующей сердечно-сосудистой патологии; несогласие пациента на другой вид реконструкции; наличие беспалой кисти и двухсторонние повреждения.

Оценку результатов лечения пациентов осуществляли по опроснику DASH (The Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand). Этот опросник основан на самооценке пациентом функциональных возможностей руки, которая при наличии культи I пальца во многом зависит от состояния остальных пальцев кисти, а также другой конечности. Показатели по опроснику DASH в группе исследуемых пациентов варьировали от 26 до 57 баллов, что в среднем составило  $44,4 \pm 10,6$  баллов и расценивалось как хороший результат.

У всех пациентов первый луч был утрачен на уровне средней трети, в проксимальной ее части, то есть на уровне основания основной фаланги ( $n = 18$ ; 66,7%) или головки пястной кости ( $n = 9$ ; 33,3%).

Во всех случаях был использован лучевой кожно-костный лоскут: в 22 (81,5%) случаях в виде островкового комплекса тканей и в остальных 5 (18,5%) наблюдениях в свободном варианте.

В большинстве случаев (81,5%) реконструктивную операцию выполняли под проводниковой анестезией у тех больных, у которых использовали островковый комплекс тканей. В остальных 18,5% наблюдений производили свободную пересадку комплекса тканей с другого предплечья под эндотрахеальным наркозом. Средняя продолжительность вмешательства при свободной пересадке кожно-костного трансплантата составила  $5,8 \pm 1,2$  ч., а при несвободной пластике островковыми лоскутами на периферической сосудистой ножке —  $3,0 \pm 0,7$  ч. Важнейшим условием, определяющим возможность восстановления I пальца кисти лу-

чевым кожно-костным лоскутом предплечья, является целостность локтевой артерии, обеспечивающей ретроградное кровоснабжение трансплантата, выделенного на осевом лучевом сосудистом пучке, а также наличие и сохранность как минимум одной из двух ладонных артериальных дуг — поверхностной или глубокой. В тех случаях, когда целостность лучевой артерии была нарушена, одномоментная кожно-костная реконструкция I пальца кисти осуществлялась посредством свободной пересадки кожно-костного лучевого лоскута, выделенного на другом предплечье. Важно, что в этом случае трансплантат формируют на проксимальной питающей сосудистой ножке, и поэтому возможна его реиннервация за счет включения в состав трансплантата латерального кожного нерва предплечья.

Всем 27 пациентам, перенесшим кожно-костную реконструкцию лучевым кожно-костным лоскутом, операцию выполняли по методике, описанной G. Foucher [10]. При планировании лоскута для определения размеров трансплантата необходимо соблюдать определенные правила. Длина костной части трансплантата должна равняться длине первого пальца здоровой кисти за вычетом 1 см и длины культи основной фаланги (костная часть лоскута треугольной формы в поперечнике со сторонами  $1 \times 1$  см, длина от 4 до 6 см). Размеры кожной части трансплантата должны быть следующими: ширина дистальной части лоскута равняется длине окружности культи плюс 2 см; длина кожной части лоскута должна на 2 см превышать продольный размер костной его части; ширина проксимальной части лоскута должна быть на 2 см меньше ширины дистальной части лоскута. Точка ротации планируется в «анатомической табакерке». С целью определения расположения основания лоскута от точки ротации в проксимальном направлении откладывают расстояние, равное величине дистанции от конца культи пальца до точки ротации, и добавляют еще 1–2 см. Лоскут планируют таким образом, чтобы линия проекции лучевых сосудов располагалась по его средней линии. Лоскут имеет форму трапеции, и его ширина будет меньше на 2 см, если планируется одновременно выполнить пересадку ладонного пальцевого лоскута.

Восстановление чувствительности рабочей поверхности вновь сформированного I пальца кисти при использовании островкового кожно-костного лучевого лоскута, выделенного на дистальной сосудистой ножке, обеспечивали путем одномоментного или отсроченного перемещения дополнительного островкового ладонного пальцевого лоскута с III или IV пальца кисти. Только в 8 (29,6%) наблюдениях, помимо островкового кожно-костного лоскута, был использован ладонный пальцевой

лоскут с III или IV пальца для замещения ладонной поверхности нового пальца, в остальных 19 (70,4%) случаях никакой дополнительной лоскут не применялся. Клинический пример успешной реконструкции I пальца кисти островковым кожно-костным лучевым лоскутом представлен на рисунке 1.

Во всех случаях достигнуто полное приживление трансплантата. Осложнения возникли только у двух пациентов: в одном наблюдении в послеоперационном периоде развился парез лучевого нерва вследствие сдавления жгутом на уровне пле-

ча, который купировался в течение 2 мес., функция восстановилась полностью на фоне консервативной терапии. В другом наблюдении в 1-е сут. после операции развился тромбоз лучевой артерии, что потребовало ревизионного вмешательства. Причиной тромбоза оказалась атеросклеротическая бляшка на уровне перегиба развернутой лучевой артерии, участок артерии был резецирован, выполнен ее анастомоз с полным восстановлением кровотока в трансплантате и полным приживлением его.

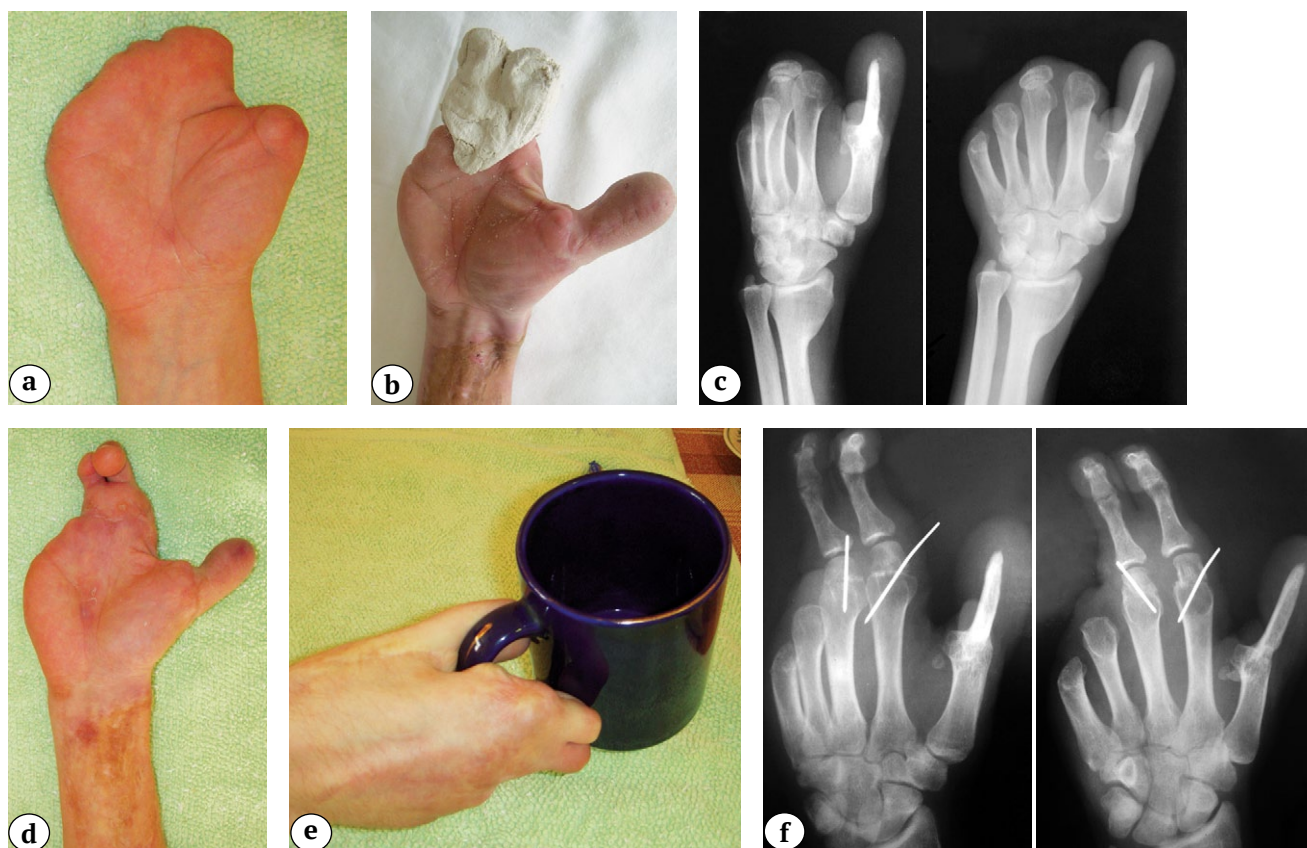


**Рис. 1.** Клинический пример успешной кожно-костной реконструкции I пальца лучевым кожно-костным лоскутом: а — вид до операции; б — рентгенограмма до операции; с — выделен кожно-костный лучевой лоскут и ладонный-пальцевой лоскут с IV пальца; д — рентгенограмма после операции; е — рентгенограммы через год после операции; ф — вид кисти и функция через год после операции

**Fig. 1.** The clinical example of the osteo-cutaneous reconstruction of the thumb finger: а — the hand before surgery; б — X-ray of the hand before surgery, thumb lost at the proximal phalanx base; с — prepared osteo-cutaneous flap on the radial vascular bundle and the palmar island flap from the IV finger; д — X-ray of the hand after surgery; е — X-ray of the reconstructed thumb a year after the surgery; ф — appearance and function of the hand one year after surgery

Для восстановления функции кисти четырем пациентам с беспалой кистью потребовались дополнительные вмешательства: двум больным была выполнена пересадка блока II–III пальцев стопы,

одному — транспозиция культей соседних пальцев на культю III и IV пальцев и в одном случае — пересадка II пальца стопы. Клинический пример реконструкции беспалой кисти представлен на рисунке 2.



**Рис. 2.** Клинический пример реконструкции беспалой кисти:

a — внешний вид кисти до реконструкции; b — внешний вид кисти после кожно-костной реконструкции I пальца и подготовки к пересадке блока II–III пальцев стопы; c — рентгенограммы кисти через год после кожно-костной реконструкции I пальца; d — внешний вид кисти через 6 мес. после пересадки блока II–III пальцев стопы; e — функция кисти через 6 мес. после реконструкции; f — рентгенограммы кисти после пересадки блока II–III пальцев стопы

**Fig. 2.** The clinical example of the metacarpal hand reconstruction: a — view of the hand before reconstruction; b — view of the hand after the osteo-cutaneous reconstruction of the thumb and preparing for II–III toes transplantation; c — X-ray of the hand a year after the thumb reconstruction; d — view of the hand 6 months after the II–III toes transplantation; e — the function of the hand 6 months after reconstruction; f — X-rays of the hand after the block of II–III toes transplantation

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Сращение у всех пациентов, перенесших кожно-костную реконструкцию I пальца кисти, достигнуто через 8 нед. после операции. После удаления спиц пациенты проходили реабилитационное лечение. Контрольные рентгенограммы выполняли через 6 мес. после операции. Во всех случаях резорбции костной части трансплантата не было выявлено, сформирована кортикальная пластинка. На момент осмотра (в среднем через год) оценивали функцию кисти, в частности определяли возможные виды схватов, состояние кожи реконструированного пальца, а также чувствительность на

рабочей его поверхности и внешний вид пальца и донорской зоны.

У пациентов с культей I пальца на уровне основной фаланги функция была следующей: ОАД (общая амплитуда движений) — 45°; противопоставление на V палец; все виды захватов; невозможность захвата мелких предметов из-за избыточной подвижности кожи торца пальца. У больных с культей на уровне пястной кости функция реконструированного I пальца определялась только подвижностью седловидного сустава и была следующей: отведение, противопоставление на II и III пальцы; все виды захватов; невозможность захва-



та мелких предметов из-за избыточной подвижности кожи торца пальца. Чувствительность восстановленного I пальца зависела от особенностей вмешательства, а именно: в тех случаях, где дополнительно выполняли транспозицию ладонного лоскута с III или IV пальца по Littler, дискриминационная чувствительность варьировала в пределах 7–10 мм и в среднем составляла  $7,5 \pm 0,9$  мм. В остальных наблюдениях дискриминационная чувствительность была 15 мм, однако присутствовала температурная, болевая и проприоцептивная чувствительность. Непереносимости холода не отмечено ни в одном случае.

Внешний вид пальца, не удовлетворяющий пациента, был выявлен только в двух случаях: в одном отмечен избыточный объем, а в другом — избыточная длина (рис. 3).

В донорской зоне ни в одном случае не выявлено грубых рубцов или деформации (рис. 4).



**Рис. 3.** Клинические примеры неудовлетворительного внешнего вида реконструированного I пальца

**Fig. 3.** The unsatisfactory aesthetic result of thumb reconstruction



**Рис. 4.** Внешний вид и рентгенограмма донорской зоны через год после реконструкции

**Fig. 4.** View and X-ray of the donor area one year after reconstruction

## ОБСУЖДЕНИЕ

Несмотря на длительную историю реконструкции утраченного I пальца, проблема актуальна до сих пор. С внедрением в клиническую практику микрохирургических технологий реплантация отчлененного I пальца стала обычным вмешательством, успех которого зависит от механизма травмы и, по данным литературы, варьирует в пределах 55–93% [11, 12]. Поскольку самым эффективным методом восстановления I пальца при его отчленении является реплантация, позволяющая в случае приживления добиться отличных функциональных и эстетических результатов, попытка реплантации должна предприниматься всегда, если нет абсолютных к ней противопоказаний, таких как полное разрушение отчлененного сегмента или выраженные повреждения кисти, не позволяющие выполнить реплантацию. При значительных повреждениях кисти, но удовлетворительном состоянии отчлененного I пальца, описаны примеры временной эктопической реплантации, позволяющие сохранить палец и выполнить его ортотопическую фиксацию в отсроченном порядке [13, 14].

При невозможности или безуспешности реплантации утрата I пальца на уровне пястно-фалангового сустава является абсолютным показанием к реконструкции, которая может быть выполнена как первичное вмешательство или в отсроченном порядке. Для указанного уровня утраты первого луча описаны различные восстановительные вмешательства: кожно-костная реконструкция, полицизация травмированного трехфалангового пальца кисти (культи или при наличии другого его повреждения, исключающего возможность восстановления функции), дистракционное удлинение, пересадка I или II пальцев стопы, а также пересадка их комбинации [13, 15]. Лучшие функциональные и косметические результаты удается получить при выполнении пересадки пальцев стопы, а также полицизации поврежденного трехфалангового пальца кисти. Однако следует отметить, что ситуация, когда, помимо утраченного I пальца, есть поврежденный трехфаланговый палец кисти, встречается нечасто [15, 16]. Пересадка пальцев стопы — технически сложная операция и требует специального оснащения и навыков хирурга. Кроме того, существует ряд противопоказаний, препятствующих выполнению такого вмешательства. В частности, это повреждения стопы в анамнезе, наличие тяжелой сопутствующей патологии, в том числе облитерирующие заболевания сосудов, возраст старше 60 лет, а также несогласие больного на использование стопы в качестве донорской зоны. Альтернативой в такой ситуации может стать кожно-костная реконструкция, кото-

рая позволяет восстановить длину и стабильность пальца, а также возможность его противопоставления при выполнении реконструкции на уровне средней трети луча. Недостатком метода является несоответствие внешнего вида нормальному I пальцу и нередко требующиеся повторные оперативные вмешательства с целью коррекции пальца [17]. В литературе описаны несколько современных вариантов кожно-костной реконструкции I пальца. Чаще всего мягкотканый компонент представлен несвободным паховым лоскутом, а в качестве костной основы используют фрагмент гребня подвздошной кости [17, 18, 19]. Описаны также единичные случаи кожно-костной реконструкции с применением других кровоснабжаемых сложных комплексов тканей, которые позволяют восстановить палец путем выполнения одного вмешательства: свободного кожно-костного латерального лоскута плеча [20], островкового кожно-костного комплекса тканей на второй тыльной пястной артерии [21], островкового кожно-костного лоскута предплечья на задней межкостной артерии [22].

Большинство авторов при выполнении одномоментной кожно-костной реконструкции используют в качестве пластического материала лучевой кожно-костный комплекс тканей, и реконструкцию выполняют по методике, описанной Е. Viemer в 1983 г. [7, 17, 18, 20, 21, 23, 24]. Поскольку костную часть трансплантата заимствуют из диафиза лучевой кости, велик риск перелома кости в донорской зоне [18, 16], а трансплантат представляет собой сектор трубчатой кости (двукортикальный срез), который сложно фиксировать к культe первого луча. Методика, описанная G. Foucher, на наш взгляд, обладает рядом преимуществ, которые заключаются в том, что донорской зоной является метаэпифиз лучевой кости, включающий

губчатую ткань, и имеет крупную постоянную питающую сосудистую ветвь, идущую от лучевой артерии через квадратный пронатор к кости. Эти преимущества обеспечивают хорошее кровоснабжение костной основы нового пальца, а также лучшие условия фиксации и снижение вероятности перелома донорской кости. Тем не менее, эта методика практически не используется. Ни одной публикации, касающейся одномоментной кожно-костной реконструкции первого пальца кисти по методике G. Foucher, найти не удалось.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Кожно-костная реконструкция первого пальца с использованием лучевого кожно-костного лоскута показана при утрате I пальца на уровне основной фаланги пациентам, которым по каким-либо причинам невозможно выполнить пересадку пальца со стопы. Метод позволяет получить хороший функциональный и косметический результат без риска резорбции костной основы пальца. При планировании кожно-костной реконструкции лучевым кожно-костным лоскутом размер костного фрагмента должен быть выбран таким образом, чтобы после фиксации его с культей основной фаланги I пальца длина «пальца» была на 0,5–1 см меньше длины здорового первого пальца. Соблюдение этого правила дает возможность получить хороший косметический результат. Лучшие результаты удастся достичь при восстановлении рабочей поверхности реконструированного пальца ладонным пальцевым лоскутом с III или IV пальца кисти. При отсутствии ретроградного кровотока по лучевой артерии вследствие ее повреждения или незамкнутости ладонных дуг кожно-костная реконструкция может быть выполнена свободным лучевым кожно-костным лоскутом с другого предплечья.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Источник финансирования.** Автор заявляет об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

**Возможный конфликт интересов.** Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Этическая экспертиза.** Не применима.

**Информированное согласие на публикацию.** Автор получил письменное согласие пациентов на публикацию медицинских данных и изображений.

## DISCLAIMERS

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

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

**Ethics approval.** Not applicable.

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



## ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Moran S.L., Berger R.A. Biomechanics and hand trauma: what you need. *Hand Clin.* 2003;19(1):17-31. doi: 10.1016/s0749-0712(02)00130-0.
2. Del Piñal F. Thumb Reconstruction. In: Green's Operative Hand Surgery. 8<sup>th</sup> ed. Elsevier Health Sciences; 2022. p. 1849-1905.
3. Lister G. The choice of procedure following thumb amputation. *Clin Orthop Relat Res.* 1985;(195):45-51.
4. Tse R., Laub D.R., Hentz V.R.Jr. Thumb Reconstruction. In: Plastic surgery secrets. Ed. J. Weinzeig. 2<sup>nd</sup> ed. p. 851-854.
5. Li Y., Kulbacka-Ortiz K., Caine-Winterberger K., Bråneemark R. Thumb Amputations Treated With Osseointegrated Percutaneous Prostheses With Up to 25 Years of Follow-up. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev.* 2019;3(1):e097. doi: 10.5435/JAAOSGlobal-D-18-00097.
6. Littler J.W. On making a thumb: one hundred years of surgical effort. *Hand Surg Am.* 1976;1(1):35-51. doi: 10.1016/s0363-5023(76)80024-x.
7. Азолов В.В. Медицинская реабилитация больных с термическими повреждениями. Горький; 1981. с. 89-96.
8. Azolov V.V. Medical rehabilitation of patients with thermal injuries: Collection of scientific papers. Gorky; 1981. p. 89-96.
9. Азолов В.В., Александров Н.М. Эффективность реконструкции пальцев кисти при последствиях травм различной этиологии. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2004;11(2):82-88. doi: 10.17816/vto200411282-88.
10. Azolov V.V., Alexandrov N.M. Effectiveness of finger reconstruction in the consequences of injuries of various etiologies. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics.* 2004;11(2):82-88. doi: 10.17816/vto200411282-88. (In Russian).
9. Biemer E., Stock W. Total thumb reconstruction: a one-stage reconstruction using an osteo-cutaneous forearm flap. *Br J Plast Surg.* 1983;36(1):52-55. doi: 10.1016/0007-1226(83)90011-5.
10. Foucher G., Van Genechten F., Merle M., Michon J. Single stage thumb reconstruction by a composite forearm island flap. *J Hand Surg Br.* 1984;9(3):245-248. doi: 10.1016/0266-7681(84)90033-0.
11. Mulders M.A., Neuhaus V., Becker S.J., Lee S.G., Ring D.C. Replantation and revascularization vs. amputation in injured digits. *Hand (N Y).* 2013;8(3):267-273. doi: 10.1007/s11552-013-9520-y.
12. Moazin O.M., Bhat T.A., Suraya F., Alelyani R.H., Assad M., Alazzmi H.A. et al. Spiral Wrap-Around Technique in the Reverse Radial Artery Fasciocutaneous Forearm Flap for Thumb Reconstruction: A Report of An Innovative Technique. *Cureus.* 2023;15(12):e50999. doi: 10.7759/cureus.50999.
13. Del Piñal F., Pennazzato D., Urrutia E. Primary Thumb Reconstruction in a Mutilated Hand. *Hand Clin.* 2016;32(4):519-531. doi: 10.1016/j.hcl.2016.07.004.
14. Erçin B.S., Kabakaş F., Tatar B.E., Keleş M.K., Özcelik I.B., Mensa B. et al. Salvage of Devascularized and Amputated Upper Extremity Digits with Temporary Ectopic Replantation: Our Clinical Series. *J Invest Surg.* 2022;35(7):1451-1461. doi: 10.1080/08941939.2022.2062497.
15. Валеев М.М., Гарапов И.З., Бикташева Э.М. Микрохирургические технологии при травматическом дефекте первого пальца кисти. *Креативная хирургия и онкология.* 2019;9(1):44-49. doi: 10.24060/2076-3093-2019-9-1-44-49.
16. Valeev M.M., Garapov I.Z., Biktasheva E.M. Microsurgery Techniques for Patients with Traumatic Thumb Amputation. *Creative Surgery and Oncology.* 2019;9(1):44-49. doi: 10.24060/2076-3093-2019-9-1-44-49. (In Russian).
17. Friedrich J.B., Vedder N.B. Thumb reconstruction. *Clin Plast Surg.* 2011;38(4):697-712. doi: 10.1016/j.cps.2011.08.002.
18. Graham D., Bhardwaj P., Sabapathy S.R. Secondary Thumb Reconstruction in a Mutilated Hand. *Hand Clin.* 2016;32(4):533-547. doi: 10.1016/j.hcl.2016.07.005.
19. Александров Н.М., Петров С.В. Реконструкция пальцев кисти с использованием традиционных и микрохирургических методик. *Травматология и ортопедия России.* 2010;16(3):111-117. doi: 10.21823/2311-2905-2010-0-3-111-117.
20. Alexandrov N.M., Petrov S.V. Reconstruction of the hand fingers using traditional and microsurgical techniques. *Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2010;16(3):111-117. doi: 10.21823/2311-2905-2010-0-3-111-117. (In Russian).
21. Lin C.H., Mardini S., Lin Y.T., Lin C.H., Chen C.T., Wei F.C. Osteoplastic thumb ray restoration with or without secondary toe transfer for reconstruction of opposable basic hand function. *Plast Reconstr Surg.* 2008;121(4):1288-1297. doi: 10.1097/01.prs.0000302457.59356.fc.
22. Martin J., Taqatqeh F., Dragu A., Notov D., Fritzsche H., Grigorescu O. et al. Thumb reconstruction after radical tumor resection using free osteocutaneous lateral arm flap with secondary humerus fracture-a case report. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2023;143(3):1725-1729. doi: 10.1007/s00402-022-04623-x.
23. Givissis P., Stavridis S.I., Ditsios K., Christodoulou A. One-stage thumb lengthening with use of an osteocutaneous 2nd metacarpal flap. *Strategies Trauma Limb Reconstr.* 2009;4(3):135-139. doi: 10.1007/s11751-009-0074-z.
24. Costa H., Smith R., McGrouther D.A. Thumb reconstruction by the posterior interosseous osteocutaneous flap. *Br J Plast Surg.* 1988;41(3):228-233. doi: 10.1016/0007-1226(88)90105-1.
25. Cheema T.A., Miller S. One-stage osteoplastic reconstruction of the thumb. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2009;13(3):130-133. doi: 10.1097/BTH.0b013e3181a819ed.
26. Gang R.K., Makhlof S. One-Stage Reconstruction of the Thumb Using an Osteo-cutaneous Radial Artery Forearm Flap. *Eur J Plast Surg.* 1986;9:79-81.

## Сведения об авторе

✉ Родоманова Любовь Анатольевна — д-р мед. наук, профессор  
Адрес: Россия, 195427, г. Санкт-Петербург,  
ул. Академика Байкова, д. 8  
<https://orcid.org/0000-0003-2402-7307>  
e-mail: rodomanovaliubov@yandex.ru

## Author's information

✉ Lyubov A. Rodomanova — Dr. Sci. (Med.), Professor  
Address: 8, Akademika Baykova st., St. Petersburg, 195427, Russia  
<https://orcid.org/0000-0003-2402-7307>  
e-mail: rodomanovaliubov@yandex.ru

## Возможности динамической инфракрасной термографии для планирования и мониторинга перфорантных лоскутов

В.С. Мельников<sup>1,3</sup>, В.Э. Дубров<sup>2</sup>, А.С. Зелянин<sup>1,2</sup>, Ю.В. Бабаева<sup>3</sup>,  
А.А. Пашковская<sup>1</sup>, И.С. Жалялов<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.С. Юдина ДЗМ», г. Москва, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», г. Москва, Россия

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

### Реферат

**Актуальность.** Свободные перфорантные лоскуты считаются наиболее оптимальными для реконструкции конечностей. Однако, наряду с очевидными преимуществами этих лоскутов, существует ряд трудностей, связанных со сложной сосудистой анатомией и трудоемкой диссекцией. Это обуславливает необходимость тщательной предоперационной подготовки, включающей картирование перфорантных сосудов и разработку дизайна лоскута. Наряду с этим не решены проблемы с интраоперационной оценкой перфузии перфорантных лоскутов и их мониторингом в послеоперационном периоде. Для этого используется ряд инструментальных методов обследования, таких как МРТ и КТ-ангиография, доплерография, ICG и динамическая инфракрасная термография (ДИТ).


**Цель** — оценить возможности динамической инфракрасной термографии для картирования перфорантных сосудов при планировании дизайна перфорантных лоскутов, а также для определения их интра- и послеоперационной перфузии.


**Материал и методы.** Проведен анализ результатов использования ДИТ, КТ-ангиографии и звуковой доплерографии для предварительного картирования перфорантных сосудов при разработке дизайна 18 перфорантных лоскутов (ALT — 10, SCIP — 8) пересаженных 15 пациентам с 01.01.2022 по 30.07.2022. Также ДИТ использовалась во всех случаях для инструментального подтверждения перфузии лоскутов интраоперационно и для их мониторинга в послеоперационном периоде.

**Результаты.** В общей сложности при помощи КТ-ангиографии были идентифицированы 39 перфорантных сосудов. С использованием ДИТ были обнаружены дистальные отделы 37 перфорантных сосудов у 15 пациентов при разметке 18 лоскутов, в среднем 2,5 на каждый лоскут ALT и 1,4 — на каждый лоскут SCIP. Время термографического исследования составляло около 10 мин. Во время операции перфузия всех пересаженных лоскутов была подтверждена при помощи ДИТ. В послеоперационном периоде в 3 (16%) лоскутах были клинически выявлены и подтверждены при помощи ДИТ проблемы с перфузией. У двух (13%) пациентов с ИМТ более 35 не удалось определить расположение перфорантных сосудов при помощи термографии и звуковой доплерографии. У этих пациентов ДИТ была неинформативна для подтверждения перфузии лоскутов интраоперационно и в послеоперационном периоде.

**Заключение.** КТ-ангиография, звуковая доплерография и динамическая инфракрасная термография являются взаимодополняющими методами обнаружения и визуализации перфорантных артерий. Динамическая инфракрасная термография является также вспомогательным методом для мониторинга лоскутов в интра- и послеоперационном периодах.

**Ключевые слова:** динамическая инфракрасная термография, КТ-ангиография, звуковая доплерография, перфорантный лоскут, микрохирургическая реконструкция конечностей.

 **Для цитирования:** Мельников В.С., Дубров В.Э., Зелянин А.С., Бабаева Ю.В., Пашковская А.А., Жалялов И.С. Возможности динамической инфракрасной термографии для планирования и мониторинга перфорантных лоскутов. *Травматология и ортопедия России*. 2024;30(1):99-109. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-17460>.

 Жалялов Ильяс Сайярович; e-mail: bratil8@gmail.com

Рукопись получена: 12.02.2024. Рукопись одобрена: 07.03.2024. Статья опубликована: 18.03.2024.

© Мельников В.С., Дубров В.Э., Зелянин А.С., Бабаева Ю.В., Пашковская А.А., Жалялов И.С., 2024

## Capabilities of Dynamic Infrared Thermography for Planning and Monitoring of Perforating Flaps

Viktor S. Melnikov<sup>1,3</sup>, Vadim E. Dubrov<sup>2</sup>, Alexander S. Zelyanin<sup>1,2</sup>, Julia V. Babaeva<sup>3</sup>, Anna A. Pashkovskaya<sup>1</sup>, Ilyas S. Zhalyalov<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Moscow City Clinical Hospital named after S.S. Yudin, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

<sup>3</sup> I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

### Abstract

**Background.** Free perforating flaps are the most optimal for reconstruction of both upper and lower extremities. However, along with the obvious advantages of these flaps, there are also a number of difficulties associated with their more complex vascular anatomy and, as a consequence, more time-consuming dissection. This determines the need for a more thorough preoperative planning, including the mapping of perforating vessels and development of flap design. At the same time, the problems with intraoperative assessment of perfusion of perforating flaps and their monitoring in the postoperative period have not been solved. For these purposes, several instrumental methods of examination such as MRI and CT angiography, Doppler sonography, ICG and dynamic infrared thermography are used.

**Aim of the study** — to evaluate the capabilities of dynamic infrared thermography (DIT) for mapping of perforating vessels when planning the design of perforating flaps, as well as for assessing their intra- and postoperative perfusion.

**Methods.** We have analyzed the results of using DIT along with CT-angiography and Doppler sonography for preliminary mapping of perforating vessels in the design of 18 perforating flaps (ALT flap — 10, SCIP flap — 8) transplanted in 15 patients from 01.01.2022 to 30.07.2022. DIT was also used in all cases for intraoperative instrumental confirmation of flap perfusion and for its monitoring in the postoperative period.

**Results.** A total of 39 perforating vessels were detected by CT angiography at the point of origin from the main arteries. DIT was used to detect the distal portions of 37 perforating vessels in 15 patients at the marking of 18 flaps. On average, 2.5 per ALT flap and 1.4 per SCIP flap. Thermographic examination time was approximately 10 minutes. Localization of all perforating vessels detected by DIT were first confirmed by Doppler sonography and then visualized intraoperatively during flap dissection. Intraoperatively, perfusion of all transplanted flaps was clearly confirmed by DIT. In the postoperative period, perfusion problems were clinically detected in 3 (16%) flaps and confirmed by DIT: venous stasis — 2 cases, arterial insufficiency — 1 case. In two patients (13%) with a body mass index of more than 35 (corresponding to class 2–3 obesity), the location of perforating vessels could not be determined by thermography and Doppler sonography. Also, in these patients DIT was ineffective for confirmation of flap perfusion intraoperatively and in the postoperative period.

**Conclusion.** This study confirms that CT angiography, Doppler sonography and infrared thermography are complementary methods that allow to detect and visualize perforating arteries from their origin from a main artery to the site of their passage through the deep fascia (CT-angiography), as well as to determine their more accurate projection on the skin surface (DIT and Doppler sonography). DIT is also an auxiliary method for flap monitoring in the intraoperative and postoperative periods, which allows to engage nursing staff in postoperative monitoring.

**Keywords:** dynamic infrared thermography, CT angiography, perforant flaps, microsurgical limbs reconstructive, Doppler sonography.

**Cite as:** Melnikov V.S., Dubrov V.E., Zelyanin A.S., Babaeva Ju.V., Pashkovskaya A.A., Zhalyalov I.S. Capabilities of Dynamic Infrared Thermography for Planning and Monitoring of Perforating Flaps. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2024;30(1):99–109. (In Russian). <https://doi.org/10.17816/2311-2905-17460>.

✉ Ilyas S. Zhalyalov; e-mail: bratil8@gmail.com

Submitted: 12.02.2024. Accepted: 07.03.2024. Published: 18.03.2024.

© Melnikov V.S., Dubrov V.E., Zelyanin A.S., Babaeva Ju.V., Pashkovskaya A.A., Zhalyalov I.S., 2024

## ВВЕДЕНИЕ

Ангиосомная теория была разработана G.I. Taylor и J.H. Palmer и описана в 1987 г. [1]. В 1989 г. I. Koshima и S. Soeda описали первый в истории перфорантный лоскут [2]. Дальнейшее развитие ангиосомной теории привело к появлению концепции пропеллерных лоскутов, предложенной Н. Nyakusoku с соавторами [3]. Появление перфорантных лоскутов позволило снизить травматизацию донорской зоны, улучшить косметические результаты, а также способствовало появлению более сложных химерных лоскутов. Вместе с развитием лоскутов развивались и методы картирования перфорантных сосудов и разметки лоскутов, а также их мониторинга во время операции и в послеоперационном периоде.

Одним из таких современных методов является динамическая инфракрасная термография (ДИТ). После промышленного признания термографии и появления профессиональной дорогостоящей аппаратуры стали появляться первые статьи о применении этого метода в медицинских целях, в том числе и для идентификации перфорантных сосудов [4, 5, 6]. Повсеместное распространение смартфонов и совмещенных с ними тепловизорных камер резко удешевило и, как следствие, расширило применение ДИТ в практической медицине, сделав эту методику особенно популярной для обнаружения перфорантных сосудов [7, 8, 9, 10].

В 1986 г. W.J. Theuvsen с соавторами в исследовании на кадаверном материале после введения теплого раствора в сосудистое русло при помощи термографа обнаружили и описали «горячие пятна» на поверхности кожи в области перфорантных артерий, кровоснабжающих эти зоны, большая часть этих артерий затем была визуальным подтверждена во время последующей диссекции [11]. E. Zetterman с соавторами показали уже на клиническом материале, что «горячие пятна» в зоне перфорантных сосудов при охлаждении поверхности тела исчезают, а при повторном согревании появляются вновь [12].

Х. Tenorio с соавторами сравнили инфракрасную термографию без термического воздействия со звуковой доплерографией с последующей диссекцией. Положение обнаруженных перфорантных сосудов совпало в 67% наблюдений в пределах 0–15 мм. Также авторы заключили, что звуковая доплерография позволяет локализовать перфорантную артерию в более глубоких слоях, а термография — более поверхностно, практически сразу под поверхностью кожи [13]. Р. Chubb совместно с автором ангиосомной теории G.I. Taylor сравнили ДИТ с КТ-ангиографией и показали, что перфоранты диаметром 1 мм и более могут быть достаточно точно локализованы при помощи термографии [14].

В более поздней работе S. Weum с соавторами сравнили результаты картирования перфорантных сосудов лоскутов DIEP (перфорантные лоскуты из бассейна глубокой нижней эпигастральной артерии) у 25 пациентов при помощи ДИТ, звуковой доплерографии и КТ-ангиографии. ДИТ авторы проводили до и после охлаждения исследуемой области. В ходе эксперимента было отмечено, что «горячие пятна», появлявшиеся наиболее быстро, в 95,6% случаев совпадали с наиболее отчетливо визуализированными на КТ-ангиографии перфорантами, также обнаруженными при помощи звуковой доплерографии. Все выбранные перфоранты были обнаружены и подтверждены визуально во время диссекции лоскутов [15].

**Цель исследования** — оценить возможности динамической инфракрасной термографии для картирования перфорантных сосудов при планировании дизайна перфорантных лоскутов, а также для определения их интра- и послеоперационной перфузии.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В Центре хирургии кисти и реконструктивной микрохирургии ГКБ им. С.С. Юдина с 01.01.2022 по 30.07.2022 г. с целью замещения дефектов покровных тканей верхних и нижних конечностей была выполнена пересадка 21 перфорантного кожного лоскута у 18 пациентов. У 15 пациентов для предварительного картирования перфорантных сосудов в 18 пересаженных лоскутах: лоскут ALT (anterolateral thigh) — 10; лоскут SCIP (superficial circumflex iliac artery perforator) — 8. Помимо КТ-ангиографии и звуковой доплерографии, применяли ДИТ. Первичную разметку лоскутов производили по анатомическим ориентирам, подробно описанным в научной медицинской литературе [16]. Затем при помощи маркера отмечали наиболее крупные перфоранты, обнаруженные при выполнении КТ-ангиографии. Исследования были проведены на 160-срезовом компьютерном томографе Canon Aquilion Prime SP (Япония). Была использована автоматическая модуляция напряжения и силы тока трубки в зависимости от конституции пациента с реконструкцией изображений с толщиной среза 0,5–1,0 мм. Также использовали высококонцентрированные контрастные препараты Йопромид 370 мг йода/мл и Йомепрол 400 мг йода/мл в объеме 100–130 мл.

Анализ полученных объемных данных осуществляли на рабочей станции Vitrea (Япония). Окончательное картирование выполняли при помощи ДИТ и звуковой доплерографии с последующей верификацией локализации перфорантов во время диссекции лоскута. Для регистрации инфракрасной картины во всех случаях использовали инфракрасную камеру SEEK Thermal Compact Pro



(Thermal, США), совместимую со смартфонами на базе операционной системы IOS. Звуковая доплерография выполнялась при помощи портативного аппарата Sonoline B Pocket Fetal Dopler (Contec Medical Systems Co., Ltd., Китай) с частотой ультразвукового излучения 8000 МГц.

**Предоперационное исследование.** После разметки лоскута по анатомическим ориентирам и данным КТ-ангиографии выполняли ДИТ по методике с холодовой нагрузкой, разработанной M.V. Muntean и P.A. Achimas-Cadariu. Охлаждение донорской зоны производили, распыляя на нее пульверизатором изопропиловый спирт с последующим ускорением испарения спирта при помощи портативного вентилятора. После выявления «горячих пятен» в зоне планируемого лоскута выполняли звуковую доплерографию для выявления наиболее крупных перфорантов и определения их более точной локализации [8].

**Интраоперационное применение.** После полной диссекции перфорантного лоскута и до пересечения сосудистой ножки, наряду с клинической оценкой перфузии лоскута, выполняли ДИТ без охлаждения лоскута. В случае признаков удовлетворительной перфузии лоскут отсекали от питающих сосудов и переносили в реципиентную зону, где накладывали сосудистые анастомозы между реципиентными сосудами и сосудами ножки лоскута. Через 20 мин. после снятия сосудистых клипс и клинической оценки сосудистого ответа в пересаженном лоскуте производили ДИТ, также без предварительного охлаждения лоскута.

**Послеоперационный мониторинг лоскутов.** В послеоперационном периоде, наряду с клиническими осмотрами, выполняли ДИТ через 4, 8, 12 и 24 ч. после операции, со второго дня 2 раза в сут. каждые 12 ч., вплоть до 7-х сут. Всем пациентам назначали строгий постельный режим и стандартную медикаментозную терапию (антикоагулянты, НПВС, антибиотики) на срок 5 сут. с момента операции. Дополнительно назначали болюсную гормональную терапию на 3 дня с момента операции с целью уменьшения отека.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

**Предоперационное исследование.** В процессе предоперационного картирования перфорантных сосудов и разметки лоскутов у 15 пациентов при разметке 18 перфорантных лоскутов при помощи КТ-ангиографии были идентифицированы 39 перфорантных сосудов в месте отхождения от магистральных артерий: 28 из бассейна нисходящей ветви латеральной огибающей бедренную кость артерии (ALT) и 11 — из бассейна поверхностной огибающей подвздошную кость артерии (SCIP). Но лишь 17 из 28 (60%) перфорантов в бассейне нисходящей ветви латеральной огибающей бе-

дренную кость артерии и все 11 (100%) в бассейне поверхностной огибающей подвздошную кость артерии были прослежены до места прохождения через глубокую фасцию. При помощи ДИТ были обнаружены 37 перфорантов: 25 — из бассейна нисходящей ветви латеральной огибающей бедренную кость артерии (лоскутов ALT — 10) и один не из бассейна данной артерии, что привело к интраоперационному изменению плана, а также 11 — из бассейна поверхностной огибающей подвздошную кость артерии (лоскутов SCIP — 8), в среднем 2,5 на каждый лоскут ALT и 1,4 — на каждый лоскут SCIP. Абсолютно все перфорантные сосуды, обнаруженные и прослеженные до места прохождения через глубокую фасцию при помощи КТ из бассейна обеих артерий, были также визуализированы и с применением ДИТ. Время термографического исследования составляло около 10 мин. У всех пациентов локализация обнаруженных перфорантных сосудов, выявленная при помощи ДИТ, также была подтверждена с помощью звуковой доплерографии, при которой сила звукового сигнала напрямую коррелировала с интенсивностью «горячего пятна» на термограмме.

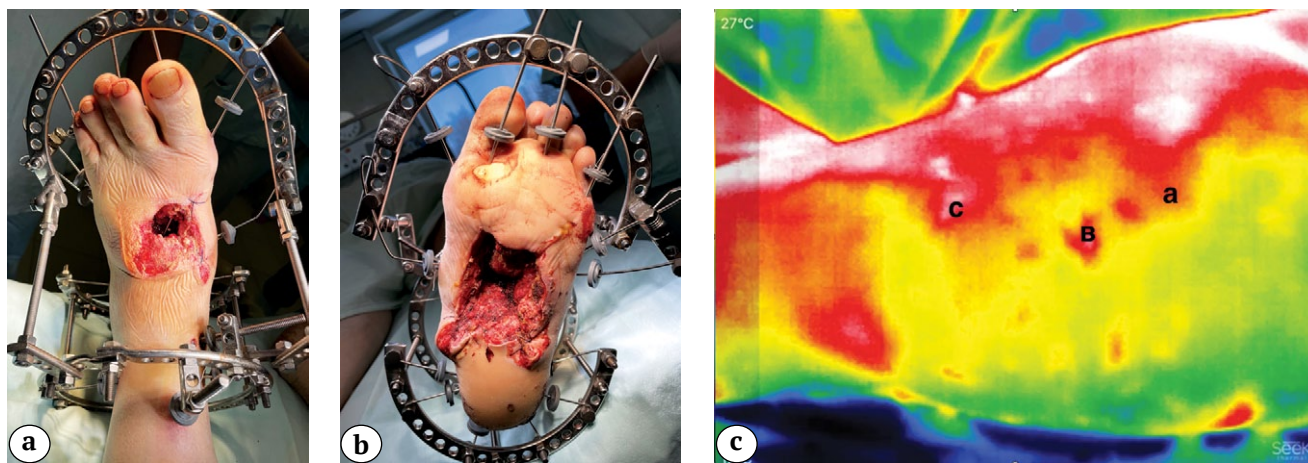
В одном клиническом наблюдении у женщины со сквозным огнестрельным ранением левой стопы при замещении дефектов кожи по тыльной (входное отверстие) и подошвенной поверхностям стопы (выходное отверстие) пришлось интраоперационно менять выбор одного из размеченных ранее лоскутов (рис. 1 а, б). Изначально в связи с наличием двух обширных кожных дефектов и дефекта костной ткани было принято решение о реконструкции стопы с применением химерного варианта переднелатерального лоскута бедра (лоскут ALT), включающего две кожные части для закрытия дефектов по тыльной и подошвенной поверхностям стопы, а также латеральной головки четырехглавой мышцы для замещения дефекта тканей по ходу раневого канала [16].

В процессе диссекции все перфоранты, обнаруженные при помощи ДИТ, были визуально идентифицированы (рис. 1 с, d). На перфорантах А и В был поднят лоскут ALT. Перфорант, кровоснабжающий латеральную головку четырехглавой мышцы, был обнаружен только интраоперационно. Выявленный при помощи ДИТ и звуковой доплерографии перфорант С оказался очень мал (диаметр менее 1,0 мм), имел очень извилистый ход и не относился к бассейну нисходящей ветви латеральной огибающей бедренную кость артерии, т.е. лоскут В можно отнести к группе лоскутов free-style. В связи с этими обстоятельствами интраоперационно было принято решение использовать для закрытия дефекта по подошвенной поверхности стопы перфорантный лоскут из бассейна наруж-



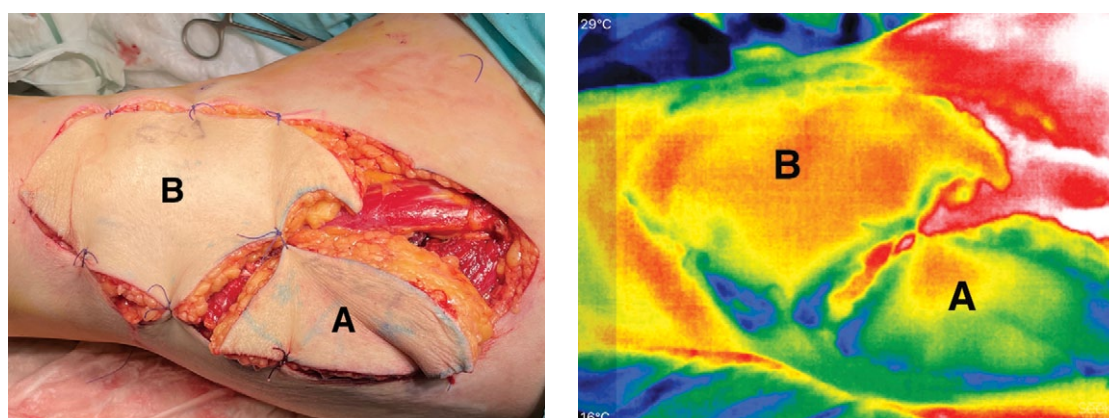
ней огибающей подвздошную кость артерии (SCIP лоскут) с более понятной и предсказуемой сосудистой анатомией, несмотря на отчетливую клини-

ческую картину перфузии лоскута free-style после диссекции, подтвержденную результатами ДИТ (рис. 2).



**Рис. 1.** Фото стопы после огнестрельного ранения с дефектом тканей (а, б); донорская зона лоскута ALT по переднелатеральной поверхности бедра (с, d): А — лоскут ALT; В — лоскут free-style; «а», «в» и «с» — выявленные при помощи ДИТ и подтвержденные звуковой доплерографией перфорантные сосуды

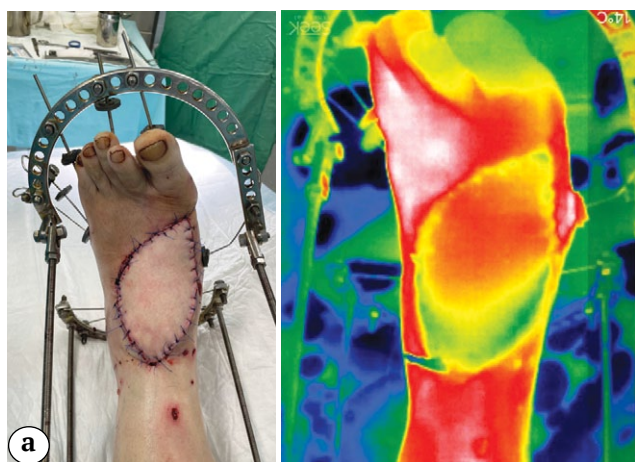
**Fig. 1.** The foot view after a gunshot injury with tissue defect (a, b); ALT flap donor site on the anterolateral surface of the thigh (c, d): A — ALT flap; B — free-style flap; “a”, “b” and “c” — perforating vessels detected by DIT and confirmed by Doppler sonography



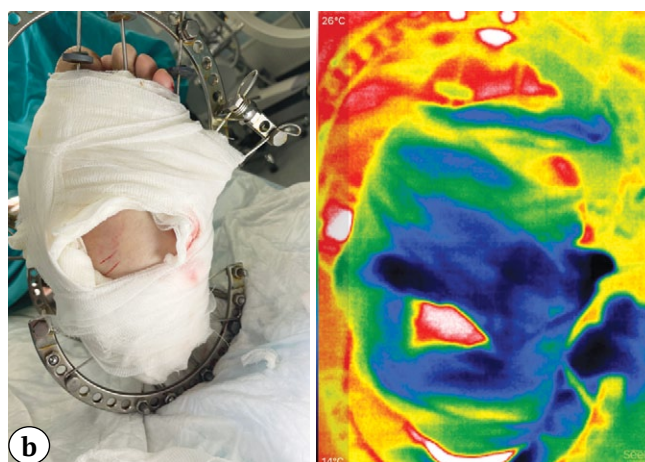
**Рис. 2.** Фото и термограмма лоскутов после диссекции до отсечения питающих ножек: А — лоскут ALT; В — лоскут free-style

**Fig. 2.** The flaps and thermogram after dissection before cutting off pedicles: A — ALT flap; B — free-style flap

При помощи КТ-ангиографии у этой пациентки были визуализированы лишь магистральные сосуды на бедре и только основной перфорант (В) лоскута ALT.



Вид стопы после замещения дефектов лоскутами ALT и SCIP и термограммы, подтверждающие их перфузию, представлены на рисунке 3.



**Рис. 3.** Вид стопы после закрытия дефектов лоскутами ALT (a) и SCIP (b)

**Fig. 3.** View of the foot after defect closure with ALT (a) and SCIP flaps (b)

В процессе работы были обнаружены следующие проблемы, возникающие при разметке перфорантных лоскутов (ALT, SCIP) с использованием ДИТ, ранее не описанные в современной литературе. У 2 из 15 (13%) пациентов индекс массы тела (ИМТ) был более 35 (соответствует 2–3-й степени ожирения). У этих пациентов не удалось определить расположение перфорантных сосудов при помощи термографии и звуковой доплерографии. С нашей точки зрения, этот факт был обусловлен очень маленьким диаметром (менее 1,0 мм) и большой длиной (более 10 мм) терминальных отделов перфорантов от места прохождения через глубокую фасцию до впадения в субдермальную сосудистую сеть. Вследствие этого картирование сосудов лоскута производилось на основании описанных в литературе анатомических ориентиров и данных КТ-ангиографии.

**Интраоперационное применение.** Пересаженные лоскуты после запуска кровотока имели все клинические признаки адекватной перфузии, подтвержденные термографией, за исключением двух лоскутов у пациентов с ИМТ более 35. В обоих этих наблюдениях при полностью проходимых артериальных венозных анастомозах сосудистый ответ был сомнителен, лоскуты имели бледный вид. Однако несмотря на это, в послеоперационном периоде эти лоскуты (один SCIP и один ALT) полностью прижили без краевых некрозов.

**Послеоперационный мониторинг лоскутов.** В послеоперационном периоде решение о выполнении ревизии сосудистых анастомозов принима-

ли в первую очередь на основании клинической картины неадекватной перфузии лоскута. ДИТ носила второстепенный характер. Ревизия анастомозов потребовалась в 3 из 18 наблюдений (16%). В двух наблюдениях имелись клинические признаки венозной недостаточности лоскута, сочетавшиеся с характерной термографической картиной: равномерное окрашивание (более холодные цвета — синий, зеленый) области лоскута, отличавшейся по цвету от окружающих неповрежденных тканей с хорошей перфузией. В связи с этим были выполнены ревизии сосудистых ножек лоскутов и обнаружены тромбозы вен. Тромбы были удалены, а вены реанастомозированы.

В одном наблюдении (лоскут SCIP) развился краевой некроз лоскута (менее 20% поверхности), что не потребовало выполнения дополнительных пластических операций.

Во втором наблюдении лоскут (лоскут SCIP) все-таки некротизировался из-за проблем именно с венозным оттоком. Пациентке была выполнена кожная пластика полнослойным кожным трансплантатом.

В третьем наблюдении (лоскут ALT) были выявлены клинические признаки артериальной недостаточности лоскута, приведшие к его полному некрозу, несмотря на предпринятые две ревизионные операции, во время которых были выполнены тромбэктомии и переложение артериального анастомоза. На ДИТ лоскут был окрашен в темные цвета (ближе к черному) без характерных для хорошо кровоснабжаемых тканей

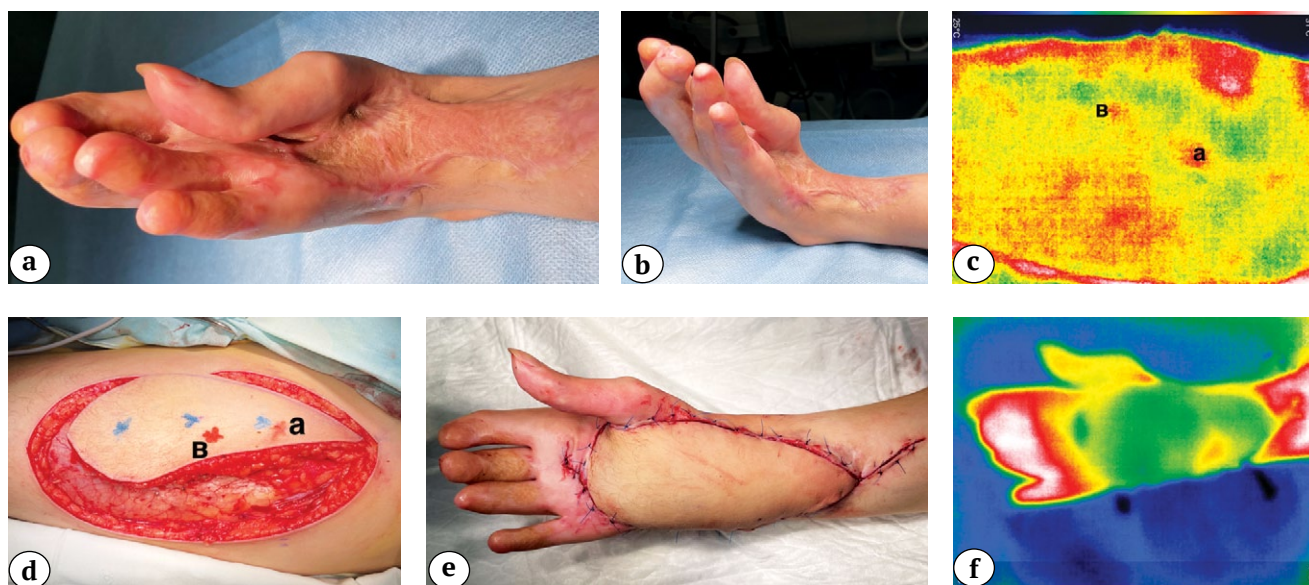


красно-желтых участков. После удаления некротизированного лоскута дефект был закрыт несвободным паховым лоскутом. Всего полностью некротизировались два лоскута из 18 (11%), и эти осложнения были связаны с тромбозами сосудистых анастомозов, а не с ошибками на этапе планирования, разметки и забора лоскутов при которых использовалась ДИТ. Во всех трех наблюдениях при мониторинге этих лоскутов в послеоперационном периоде картина по ДИТ полностью коррелировала с характерной клинической картиной венозной или артериальной недостаточности лоскутов.

Еще у одного пациента с послеожоговой контрактурой правой кисти после пластики передне-латеральным лоскутом бедра (лоскут ALT), размеченного сначала по анатомическим ориентирам (синие звездочки), а далее при помощи

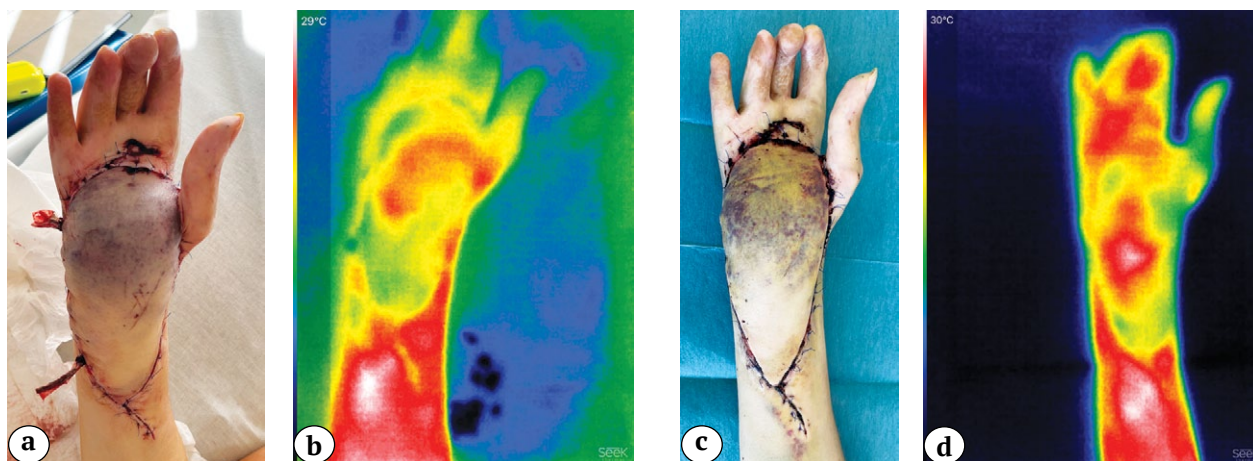
КТ-ангиографии, ДИТ и звуковой доплерографии (красные звездочки под буквами «а» и «в») после пересадки лоскута также потребовалась ревизионная операция (рис. 4).

На следующие сутки после операции во время перевязки был заподозрен венозный застой дистальной части лоскута, несмотря на отчетливые признаки перфузии по данным ДИТ. Было принято решение о необходимости ревизии сосудистых анастомозов, на которой были выявлены состоятельность лоскута SCIP и полная проходимость одного артериального и двух венозных анастомозов. Однако под дистальной частью лоскута была обнаружена и эвакуирована гематома объемом 20 мл. В последующем медикаментозную терапию и мониторинг лоскута выполняли по стандартному протоколу. Клиническая картина полностью подтверждалась данными термографии (рис. 5).



**Рис. 4.** Послеожоговая контрактура правой кисти (а, б); разметка лоскута ALT (с, д): голубые звездочки — проекция перфорантов согласно анатомической разметке, красные (соответствующие разметкам «а» и «в») — перфоранты, идентифицированные при помощи ДИТ и звуковой доплерографии; послеоперационный вид кисти и пересаженного лоскута ALT (е); термограмма лоскута (ф)

**Fig. 4.** A postburn contracture of the right hand (a, b); ALT flap marking (c, d); blue stars — projection of perforating vessels according to the anatomical markings, red (corresponding to markings “a” and “b”) — perforating vessels detected by DIT and Doppler sonography; postoperative view of the hand and the transplanted ALT flap (e); flap thermogram (f)



**Рис. 5.** Внешний вид и термография лоскутов в послеоперационном периоде:

a, b — вид кисти и термограмма лоскута на 3-и сут. после операции;

c, d — вид кисти и термограмма лоскута на 10-е сут. после операции, перед выпиской

**Fig. 5.** General view and thermography of the flaps in the postoperative period:

a, b — hand view and flap thermogram 3 days postoperatively;

c, d — hand view and flap thermogram 10 days after surgery, before discharge

## ОБСУЖДЕНИЕ

Появление перфорантной теории кардинально изменило понимание принципов кровоснабжения тканей, что способствовало широкому распространению перфорантных лоскутов в клинической практике. Преимуществами этих лоскутов являются более низкая травматизация тканей в донорской зоне, возможность включения в один лоскут нескольких участков кожи, а также других тканей, таких как кость или мышца (хирургические лоскуты), кровоснабжаемых разными перфорантными сосудами, отходящими от одной магистральной артерии. Также перфорантные лоскуты можно использовать в несвободном варианте без повреждения магистральной артерии (пропеллерные лоскуты). Все это позволяет выполнять сложные одноэтапные реконструкции даже при наличии комплексных дефектов тканей, снизить ущерб в донорской зоне и получать хорошие функциональные и косметические результаты. Однако появление более сложных лоскутов потребовало более сложного предоперационного планирования. В частности при разработке дизайна перфорантных лоскутов требуется точное картирование перфорантных сосудов, что необходимо для снижения риска их повреждения в процессе диссекции лоскута.

Широкое распространение недорогих инфракрасных термографических камер, совместимых со смартфонами, и практически отсутствующая «кривая обучения» позволили активно использовать термографию в медицинской практике, в том числе при картировании перфорантных сосудов. N. Pereira с соавторами сравнили точность

предоперационного обнаружения перфорантных сосудов при помощи инфракрасной термографической камеры, совмещенной со смартфоном, и с использованием КТ-ангиографии и выявили высокие чувствительность (100%) и специфичность (98)% первого метода [17].

Традиционные методы визуализации перфорантных сосудов, такие как КТ-ангиография [17, 18] и МРТ-ангиография [19], а также цветное дуплексное ультразвуковое исследование [20] остаются наиболее популярными, однако экономически более затратными. Они занимают больше времени, а в случае КТ- и МРТ-ангиографии являются еще и инвазивными, т.к. требуют внутривенного введения контраста. ДИТ позволяет выявить основной перфорант лоскута по размеру и насыщенности цвета «горячего пятна» и определить зону с наилучшей перфузией, вокруг которых можно разметить лоскут (табл. 1).

В послеоперационном периоде ДИТ позволяет выявить проблемы перфузии лоскута и при наличии определенных навыков интерпретации термограмм определить причины этих проблем. В случаях нарушения артериального притока к лоскуту при термографии будет визуализироваться «холодный лоскут» без «горячих пятен». В случае венозного застоя лоскут будет иметь термографически гомогенную окраску, отличающуюся от окраски нормально перфузируемого лоскута и окружающих тканей, что подтверждается клиническими наблюдениями авторов и данными литературы [21]. Также необходимо отметить, что наличие инфракрасной камеры, совмещаемой со смартфоном, позволяет привлечь к мониторингу

лоскутов в послеоперационном периоде неподготовленный для этих целей средний медицинский персонал, например дежурных медсестер, которые могут прислать в любом мессенджере термографическую картину, на основании которой можно

сделать более достоверные выводы о перфузии лоскута в сравнении с обычными фотографиями, на которых внешний вид и цвет лоскута могут изменяться в зависимости от освещения и использования вспышки [21].

Таблица 1

## Сравнение различных методов картирования перфорантных сосудов

Параметр	Звуковая доплерография	Инфракрасная термография	MPT-ангиография	КТ-ангиография	ICG
Чувствительность	Низкая	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая
Инвазивность метода	Неинвазивная	Неинвазивная	Требуется введения контраста	Требуется введения контраста	Требуется введения контраста
Интраоперационное применение	Да	Да	Нет	Нет	Да
Средняя продолжительность процедуры	10–15 мин.	10–15 мин.	30–40 мин. (очередь на исследование)	30–40 мин. (очередь на исследование)	20–30 мин.
Использование софта	Не требуется	Бесплатное приложение для смартфона	Платное приложение для компьютера	Платное приложение для компьютера	Не требуется
Кто выполняет исследование	Хирург	Хирург	Радиолог	Радиолог	Хирург
Стоимость	Самая низкая	Низкая	Высокая	Высокая	Высокая

На основании анализа литературы и собственного опыта, наряду с явными преимуществами ДИТ, такими как неинвазивность, удешевление инфракрасных камер, короткая кривая обучения, возможность привлечения к мониторингу лоскутов младшего медицинского персонала, был также выявлен и ряд ограничений метода. Термография позволяет получить лишь двухмерное изображение (2D-топография). При помощи ДИТ можно обнаружить только поверхностно расположенные перфоранты (на глубине до 2 см). Так, например, J.T. Hardwicke с соавторами в исследовании использовали инфракрасную камеру (FLIR One), совмещенную со смартфоном. Главным недостатком ДИТ, по мнению авторов, является способность к обнаружению лишь очень поверхностно расположенных перфорантных артерий, что делает невозможным использование ДИТ в качестве единственного метода картирования перфорантных сосудов [22]. Для картирования более глубоко расположенных сосудов необходима КТ-ангиография, которая также более предпочтительна для пациентов с ИМТ более 35, что соответствует 2–3-й степени ожирения. Современные тепловизионные камеры не позволяют достоверно определить морфологию перфорантных сосудов (калибр сосуда, донорскую магистральную артерию, путь сосуда в глубоких тканях, факт деления

перфорантной артерии на более мелкие). Также необходимо учитывать наличие тепловых помех. Это особенно важно при использовании более простых и дешевых устройств, так как температура кожи может колебаться на целых 8 градусов в зависимости от таких факторов, как наличие одежды, температуры и влажности в помещении. Также следует отметить, что опубликованные в литературе результаты исследований были проведены на небольшом количестве пациентов (до 25), и в них использовались различные термографические камеры [23].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, КТ-ангиография, звуковая доплерография и динамическая инфракрасная термография являются взаимодополняющими методами обнаружения и визуализации перфорантных сосудов. КТ-ангиография предпочтительна для картирования как прямых, так и непрямых перфорантов типов 2, 4 и 5. КТ-ангиография позволяет визуализировать ход перфорантного сосуда в глубоких слоях, вплоть до места отхождения от магистральной артерии, однако плохо визуализирует перфоранты диаметром менее 1 мм. Для локализации перфорантных сосудов в более поверхностных тканях оптимальнее использовать динамическую инфракрасную термографию.



Звуковая доплерография необходима для подтверждения данных, полученных при помощи динамической инфракрасной термографии, она также позволяет точнее локализовать перфорантную артерию и отличить ее от магистральной артерии. Во время выполнения операции в послеопераци-

онном периоде динамическая инфракрасная термография также является лишь вспомогательным методом мониторинга, однако позволяет привлекать к мониторингу средний медицинский персонал, не имеющий необходимых навыков и знаний в этой области.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

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

**Этическая экспертиза.** Не применима.

**Информированное согласие на публикацию.** Авторы получили письменное согласие пациентов на участие в исследовании и публикацию результатов.

## DISCLAIMERS

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

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

**Ethics approval.** Not applicable.

**Consent for publication.** The authors obtained written consent from patients to participate in the study and publish the results.

## ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Taylor G.I., Palmer J.H. The vascular territories (angiosomes) of the body. *Br J Plast Surg.* 1987;40:113-141.
2. Koshima I., Soeda S. Inferior epigastric artery skin flap without rectus abdominis muscle. *Br J Plast Surg.* 1989;42:645.
3. Hyakusoku H., Yamamoto T., Fumiiri M. The propeller flap method. *Br J Plast Surg.* 1991;44(1):53-54. doi: 10.1016/0007-1226(91)90179-n.
4. Ring E.F.J. The discovery of infrared radiation in 1800. *Imaging Sci J.* 2000;48:1-8. doi: 10.1080/13682199.2000.11784339.
5. Ring E.F. The historical development of thermal imaging in medicine. *Rheumatology (Oxford).* 2004;43(6):800-802. doi: 10.1093/rheumatology/keg009.
6. Theuvenet W.J., Koeyers G.F., Borghouts M.H. Thermographic assessment of perforating arteries. A preoperative screening method for fasciocutaneous and musculocutaneous flaps. *Scand J Plast Reconstr Surg.* 1986;20(1):25-29. doi: 10.3109/02844318609006287.
7. Hardwicke J.T., Osmani O., Skillman J.M. Detection of Perforators Using Smartphone Thermal Imaging. *Plast Reconstr Surg.* 2016;137(1):39-41. doi: 10.1097/PRS.0000000000001849.
8. Muntean M.V., Achimas-Cadariu P.A. Detection of Perforators for Free Flap Planning Using Smartphone Thermal Imaging: A Concordance Study with Computed Tomographic Angiography in 120 Perforators. *Plast Reconstr Surg.* 2018;142(4):604e. doi: 10.1097/PRS.0000000000004751.
9. Hallock G.G. Dynamic infrared thermography and smartphone thermal imaging as an adjunct for preoperative, intraoperative, and postoperative perforator free flap monitoring. *Plast Aesthet Res.* 2019;6:29. Available from: <http://dx.doi.org/10.20517/2347-9264.2019.029>.
10. Kirmat A., Krejcar O., Selamat A., Herrera-Viedma E. FLIR vs SEEK thermal cameras in biomedicine: comparative diagnosis through infrared thermography. *BMC Bioinformatics.* 2020;21 (Suppl 2):88. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12859-020-3355-7>.
11. Theuvenet W.J., Koeyers G.F., Borghouts M.H. Thermographic assessment of perforating arteries. A preoperative screening method for fasciocutaneous and musculocutaneous flaps. *Scand J Plast Reconstr Surg.* 1986;20(1):25-29. doi: 10.3109/02844318609006287.
12. Zetterman E., Salmi A., Suominen S., Karonen A., Asko-Seljavaara S. Effect of cooling and warming on thermographic imaging of the perforating vessels of the abdomen. *Eur J Plast Surg.* 1999;22:58-61.
13. Tenorio X., Mahajan A.L., Wettstein R., Harder Y., Pawlovski M., Pittet B. Early detection of flap failure using a new thermographic device. *J Surg Res.* 2009;151(1):15-21. doi: 10.1016/j.jss.2008.03.001.
14. Chubb D.P., Taylor G.I., Ashton M.W. True and 'choke' anastomoses between perforator angiosomes: part II. dynamic thermographic identification. *Plast Reconstr Surg.* 2013;132(6):1457-1464. doi: 10.1097/01.prs.0000434407.73390.82.
15. Weum S., Mercer J.B., de Weerd L. Evaluation of dynamic infrared thermography as an alternative to CT angiography for perforator mapping in breast reconstruction: A clinical study. *BMC Med Imaging.* 2016;16:43.
16. Boyd J.B., Jones N. Operative Microsurgery. USA: McGraw-Hill Education; 2015. 976 p.
17. Pereira N., Valenzuela D., Mangelsdorff G., Kufeke M., Roa R. Detection of Perforators for Free Flap Planning Using Smartphone Thermal Imaging: A Concordance Study with Computed Tomographic Angiography in 120 Perforators. *Plast Reconstr Surg.* 2018;141(3):787-792. doi: 10.1097/PRS.0000000000004126.
18. Masia J., Kosutic D., Clavero J.A., Larranaga J., Vives L., Pons G. Preoperative computed tomographic angiogram for deep inferior epigastric artery perforator flap breast reconstruction. *J Reconstr Microsurg.* 2010;26(1):21-28. doi: 10.1055/s-0029-1223854.
19. Masia J., Kosutic D., Cervelli D., Clavero J.A., Monill J.M., Pons G. In search of the ideal method in perforator mapping: noncontrast magnetic resonance imaging. *J Reconstr Microsurg.* 2010;26(1):29-35. doi: 10.1055/s-0029-1238222.

20. Hallock G.G. Doppler sonography and color duplex imaging for planning a perforator flap. *Clin Plast Surg.* 2003;30(3):347-357. doi: 10.1016/s0094-1298(03)00036-1.
21. Chae M.P., Rozen W.M., Whitaker I.S., Chubb D., Grinsell D., Ashton M.W. et al. Current evidence for postoperative monitoring of microvascular free flaps: a systematic review. *Ann Plast Surg.* 2015;74(5):621-632. doi: 10.1097/SAP.0b013e3181f8cb32.
22. Hardwicke J.T., Osmani O., Skillman J.M. Detection of perforators using smartphone thermal imaging. *Plast Reconstr Surg.* 2016;137:39-41.
23. Hennessy O., Potter S.M. Use of infrared thermography for the assessment of free flap perforators in autologous breast reconstruction: A systematic review. *JPRAS Open.* 2019;23:60-70. doi: 10.1016/j.jpra.2019.11.006.

#### Сведения об авторах

✉ Жалылов Ильяс Сайярович

Адрес: Россия, 115446, г. Москва, Коломенский пр., д. 4  
<https://orcid.org/0000-0002-3253-0765>  
 e-mail: bratil8@gmail.com

Мельников Виктор Сергеевич — канд. мед. наук  
<https://orcid.org/0000-0003-4873-775X>  
 e-mail: melnikovmd@mail.ru

Дубров Вадим Эрикович — д-р мед. наук, профессор  
<https://orcid.org/0000-0001-5407-0432>  
 e-mail: vduort@gmail.com

Зелянин Александр Сергеевич — д-р мед. наук, профессор  
<https://orcid.org/0000-0003-0969-9594>  
 e-mail: microsurgery@inbox.ru

Бабеева Юлия Викторовна — канд. мед. наук  
<https://orcid.org/0000-0003-2170-7286>  
 e-mail: juliibelova@yandex.ru

Пашковская Анна Александровна  
<https://orcid.org/0000-0001-6441-100X>  
 e-mail: pashkovskaya.an@yandex.ru

#### Authors' information

✉ Ilyas S. Zhalyalov

Address: 4, Kolomenskii pr., Moscow, 115446, Russia  
<https://orcid.org/0000-0002-3253-0765>  
 e-mail: bratil8@gmail.com

Viktor S. Melnikov — Cand. Sci. (Med.)  
<https://orcid.org/0000-0003-4873-775X>  
 e-mail: melnikovmd@mail.ru

Vadim E. Dubrov — Dr. Sci. (Med.), Professor  
<https://orcid.org/0000-0001-5407-0432>  
 e-mail: vduort@gmail.com

Aleksandr S. Zelyanin — Dr. Sci. (Med.), Professor  
<https://orcid.org/0000-0003-0969-9594>  
 e-mail: microsurgery@inbox.ru

Julia V. Babaeva — Cand. Sci. (Med.)  
<https://orcid.org/0000-0003-2170-7286>  
 E-mail: juliibelova@yandex.ru

Anna A. Pashkovskaya  
<https://orcid.org/0000-0001-6441-100X>  
 e-mail: pashkovskaya.an@yandex.ru

Клинический случай  
УДК 616.718.56/66-001.5-089.844  
doi: 10.17816/2311-2905-17472



## Отдаленный результат лечения пациента с обширным циркулярным дефектом мягких тканей нижней трети голени: клинический случай

М.В. Ткаченко, В.В. Хоминец, В.С. Иванов, К.В. Китачёв

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Министерства обороны России,  
г. Санкт-Петербург, Россия

### Реферат

**Актуальность.** Пострадавшие с открытыми переломами костей голени, сопровождающимися обширными дефектами мягких тканей, относятся к одной из самых сложных категорий пациентов в травматологии.

**Цель** — на уникальном клиническом примере показать возможности современной реконструктивной хирургии при лечении тяжелой полиструктурной травмы нижней конечности.

**Описание случая.** Пациент 18 лет получил сочетанную травму головы и конечностей в результате падения под движущийся поезд. В связи с наличием признаков некомпенсированной ишемии левой нижней конечности на первом этапе лечения пострадавшему в экстренном порядке были выполнены тромбэктомия из левой большеберцовой артерии, повторная хирургическая обработка раны левой голени, перемонтаж стержневого аппарата, поясничная симпатэктомия. Второй этап хирургического лечения включал свободную пересадку кровоснабжаемого переднелатерального лоскута правого бедра. На третьем этапе – этапные некрэктомии; замещение дефекта мягких тканей заднемедиальной поверхности нижней трети голени несвободным суральным кожно-фасциальным кровоснабжаемым лоскутом на дистальной сосудистой ножке с контралатеральной голени; четвертый этап включал отсечение перекрестного кожно-фасциального лоскута. При контрольном осмотре через 2 года после окончания лечения пациент предъявлял жалобы на сохранение отека стопы, возникающей при длительном нахождении в вертикальном положении и требующей эластической компрессии голеностопного сустава. Причиной отека являлось нарушение лимфатического оттока в связи с повреждением в области травмы всех венозных коллатералей. Ходит с полной нагрузкой на травмированную конечность без дополнительных средств опоры. Болевой синдром отсутствует, чувствительность стопы полностью сохранена.

**Заключение.** Представленное клиническое наблюдение демонстрирует возможность успешного замещения обширного циркулярного дефекта нижней трети голени с использованием последовательно свободного и несвободного кровоснабжаемых комплексов тканей.

**Ключевые слова:** обширный дефект мягких тканей, свободный кровоснабжаемый переднелатеральный лоскут бедра, некроз лоскута, несвободный суральный лоскут голени, микрохирургическая пересадка комплексов тканей.

**Для цитирования:** Ткаченко М.В., Хоминец В.В., Иванов В.С., Китачёв К.В. Отдаленный результат лечения пациента с обширным циркулярным дефектом мягких тканей нижней трети голени: клинический случай. *Травматология и ортопедия России*. 2024;30(1):110-119. doi: 10.17816/2311-2905-17472.

Иванов Виталий Сергеевич; e-mail: ivanovka78@gmail.com

Рукопись получена: 21.02.2024. Рукопись одобрена: 05.03.2024. Статья опубликована: 18.03.2024.

© Ткаченко М.В., Хоминец В.В., Иванов В.С., Китачёв К.В., 2024

## Long-Term Treatment Outcome of a Patient with Extensive Circular Soft Tissue Defect of the Distal Third of the Lower Extremity: A Case Report

Maksim V. Tkachenko, Vladimir V. Khominets, Vitaliy S. Ivanov, Kirill V. Kitachev

Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia

### Abstract

**Background.** Open fractures of the lower leg bones associated with extensive soft tissue defects are among the most challenging in trauma surgery.

**Aim of the study** is to demonstrate the possibilities of modern reconstructive surgery in the treatment of severe polystructural trauma of the lower limb using a unique clinical example.

**Case description.** An 18-year-old patient sustained a polytrauma which included head and extremities injuries as a result of a fall under a moving train. Due to the signs of uncompensated ischemia of the left lower limb at the first stage of treatment the patient underwent emergency left tibial artery thrombectomy, repeated debridement of the left lower leg wound, remounting of the external fixator, and lumbar sympathectomy. The second stage of surgical treatment included free transplantation of a vascularized anterolateral flap of the right thigh. The third stage included staged necrectomies; replacement of the soft tissue defect of the posteromedial surface of the distal lower leg with a sural fasciocutaneous vascularized flap on the distal vascular pedicle from the contralateral tibia; the fourth stage included cutting off the fasciocutaneous cross flap. At the follow-up, 2 years after the end of the treatment the patient complained of persisting swelling of the foot, which occurred during prolonged standing in the upright position and required elastic compression of the ankle joint. The cause of the swelling was impaired lymphatic outflow due to the damage to all venous collaterals in the injury area. She walks with full load on the injured limb without additional support. There is no pain syndrome, foot sensitivity is fully preserved.

**Conclusion.** Presented clinical case demonstrates the possibility of successful replacement of an extensive circular defect of the distal lower leg using sequentially free and non-free vascularized tissue complexes.

**Keywords:** extensive soft tissue defect, free vascularized anterolateral thigh flap, flap necrosis, non-free sural flap, microsurgical transplantation of tissue complexes.

**Cite as:** Tkachenko M.V., Khominets V.V., Ivanov V.S., Kitachev K.V. Long-Term Treatment Outcome of a Patient with Extensive Circular Soft Tissue Defect of the Distal Third of the Lower Extremity: A Case Report. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2024;30(1):110-119. (In Russian). doi: 10.17816/2311-2905-17472.

✉ Vitaliy S. Ivanov; e-mail: ivanovka78@gmail.com

Submitted: 21.02.2024. Accepted: 05.03.2024. Published: 18.03.2024..

© Tkachenko M.V., Khominets V.V., Ivanov V.S., Kitachev K.V., 2024



## ВВЕДЕНИЕ

Пострадавшие с открытыми переломами костей голени, сопровождающимися обширными дефектами мягких тканей, по праву относятся к одной из самых сложных категорий пациентов в травматологии и реконструктивной хирургии конечностей [1]. Наиболее частой причиной таких повреждений являются высокоэнергетические травмы, возникающие в мирное время в результате дорожно-транспортных, железнодорожных происшествий, а в условиях военного времени являющиеся следствием минно-взрывных и огнестрельных ранений. Обширные разрушения тканей голени, значительная загрязненность ран, повреждение сосудов и нервов являются факторами высокого риска замедленного сращения переломов и развития инфекционных осложнений [2]. Для спасения конечности необходима скорейшая эвакуация пострадавшего на этап специализированной медицинской помощи, кооперация работы специалистов в области травматологии и ортопедии, сосудистой, пластической, гнойной и нейрохирургии. При этом вопросы технологий хирургической обработки ран и ее этапов, подготовки раневой поверхности для пластического закрытия, варианты выбора комплексов тканей являются приоритетными в борьбе за сохранение конечности. Необходимо отметить, что владение всем арсеналом методов реконструктивной хирургии, в том числе с использованием микрохирургичес-

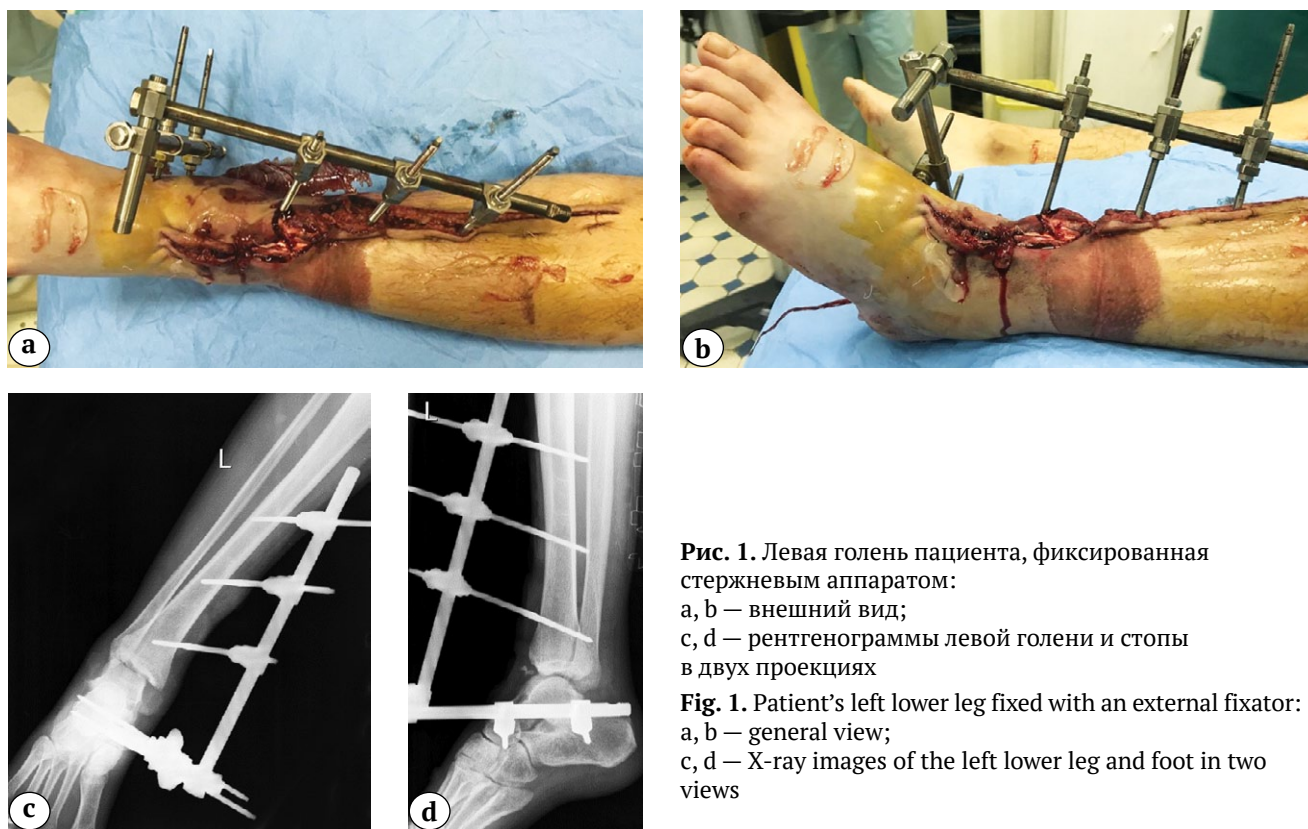
кой техники, позволяет успешно восстанавливать целостность поврежденных тканей даже в условиях раневой инфекции [3].

Результат комплексного лечения пациента с тяжелой травмой нижней трети голени, полученной в результате наезда колесной тележки вагона, иллюстрирует представленное клиническое наблюдение.

**Цель** — демонстрация возможностей современной реконструктивной хирургии при лечении пострадавшего с тяжелой полиструктурной травмой нижней конечности.

## ОПИСАНИЕ КЛИНИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ

Пациент 18 лет получил сочетанную травму головы и конечностей в результате падения под движущийся поезд. Был доставлен в районную больницу, где диагностировали черепно-мозговую травму, сотрясение головного мозга, закрытый перелом тела левой ключицы без смещения отломков, тяжелую механическую травму левой нижней конечности в виде открытого вывиха левой стопы, оскольчатого перелома медиальной лодыжки левой голени, обширной скальпированной раны переднемедиальной поверхности левой голени, циркулярной отслойки кожи нижней трети голени (4% площади тела), повреждения передней и задней большеберцовых артерий, большеберцового и малоберцового нервов, некомпенсированной ишемии левой нижней конечности (рис. 1).



**Рис. 1.** Левая голень пациента, фиксированная стержневым аппаратом:

a, b — внешний вид;  
c, d — рентгенограммы левой голени и стопы в двух проекциях

**Fig. 1.** Patient's left lower leg fixed with an external fixator:  
a, b — general view;  
c, d — X-ray images of the left lower leg and foot in two views

После общего обследования пациента в день поступления были выполнены первичная хирургическая обработка раны левой нижней конечности, фиксация в стержневом аппарате.

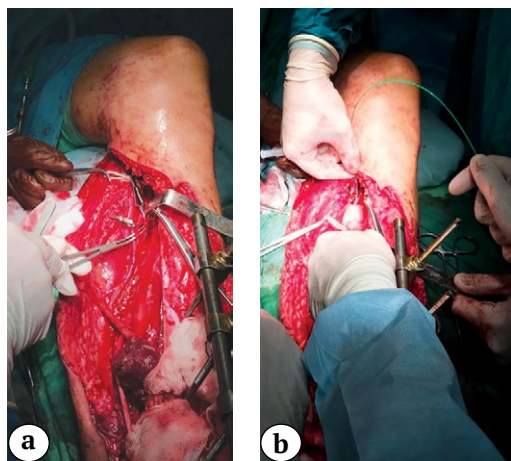
На следующий день пациент был переведен в клинику военной травматологии и ортопедии для дальнейшего лечения. Общее состояние при поступлении было оценено как тяжелое и соответствовало 24 баллам по шкале ВПХ-СП, 9 баллам – ВПХ-П(МТ), 4 – AIS, 8 – MESS [4, 5, 6]. Установлен диагноз: сочетанная травма головы, конечностей (02.03.2020). Черепно-мозговая травма; сотрясение головного мозга; тяжелая механическая травма левой нижней конечности – открытый вывих левой стопы, оскольчатый перелом медиальной лодыжки левой голени, фиксированные аппаратом КСТ (комплект сочетанной травмы). Обширная рана переднемедиальной поверхности левой голени, циркулярная отслойка кожи нижней трети голени (4% площади тела). Перерыв передней большеберцовой артерии с дефектом на протяжении 10 см. Тромбоз задней большеберцовой артерии. Перерыв глубокой ветви малоберцового нерва на протяжении. Ушиб большеберцового нерва. Мозаичные некрозы передней и задней групп мышц левой голени. Некомпенсированная ишемия левой нижней конечности. Острая кровопотеря средней тяжести.

В связи с наличием признаков некомпенсированной ишемии левой нижней конечности пострадавшему в экстренном порядке были выполнены

тромбэктомия из левой большеберцовой артерии; повторная хирургическая обработка раны левой голени, перемонтаж стержневого аппарата, поясничная симпатэктомия (рис. 2).

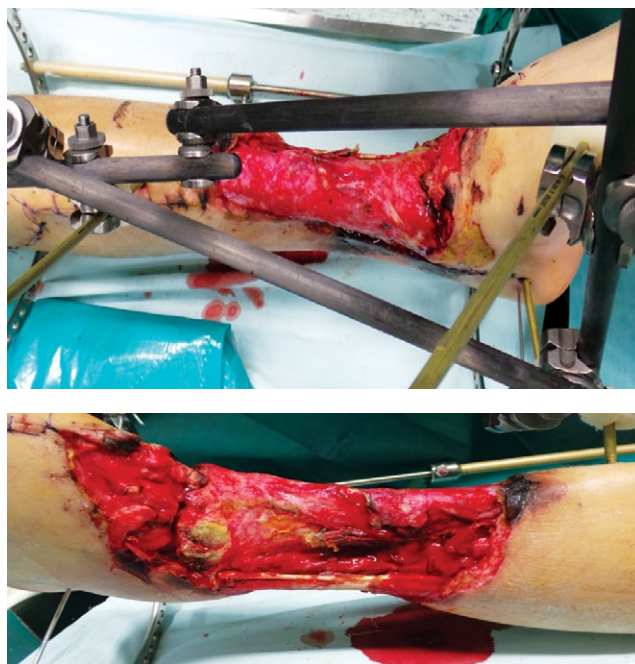
Был достигнут устойчивый кровоток в бассейне левой большеберцовой артерии с восстановлением кровоснабжения дистальных отделов левой нижней конечности. В последующие 2 нед. пациент получал комплексную терапию, направленную на восстановление гомеостаза и профилактику инфекционных осложнений. Местное лечение включало смену асептических повязок, некрэктомию с последующим вакуум-ассистированным ведением раны. В дальнейшем сформировался дефект мягких тканей нижней трети голени площадью 400 см<sup>2</sup> с обнажением подлежащих сухожильных и сосудисто-нервных структур. В связи с этим была спланирована свободная пересадка кровоснабжаемого переднелатерального лоскута правого бедра (рис. 3). В предоперационном периоде пациенту выполнено ультразвуковое доплеровское исследование передненаружной поверхности правого бедра с целью уточнения локализации перфорантных сосудов, являющихся ветвями нисходящей ветви латеральной огибающей бедренную кость артерии (*a. circumflexa femoris lateralis*).

Первично, после иссечения рубцово-измененных краев раны, выделили переднюю большеберцовую артерию и большую подкожную вену с целью анастомозирования с сосудами лоскута, затем на правом бедре сформировали и пересадили в зону



**Рис. 2.** Этапы операции тромбэктомии задней большеберцовой артерии:  
а – выделение задней большеберцовой артерии;  
б – введение зонда Фогарти в заднюю большеберцовую артерию

**Fig. 2.** Stages of posterior tibial artery thrombectomy:  
a – isolation of the posterior tibial artery;  
b – insertion of the Fogarty catheter into the posterior tibial artery



**Рис. 3.** Вид раны после этапных некрэктомий  
**Fig. 3.** The wound after staged necrectomies



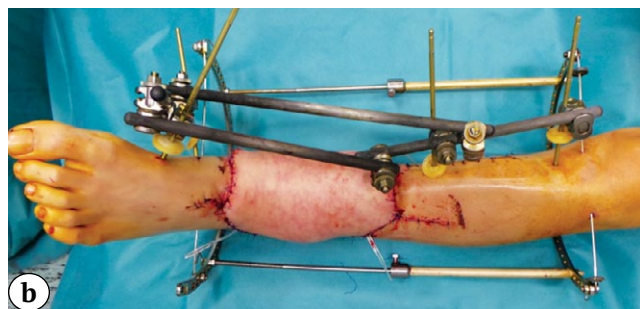
дефекта свободный кровоснабжаемый переднелатеральный лоскут бедра (рис. 4). Шов сосудов лоскута с предварительно выделенными сосудами голени выполняли по типу «конец-в-конец». Общее время аноксии лоскута составило 95 мин. Остеосинтез костей голени был выполнен спице-стержневым аппаратом с фиксацией голеностопного сустава. В послеоперационном периоде осуществляли вазоактивную терапию и антибактериальную профилактику, курс гипербарической оксигенации.

Однако в течение 18 сут. после операции вследствие венозной недостаточности постепенно развился частичный (40%) некроз лоскута (рис. 5). В результате этапных хирургических обработок раны некротизированная часть лоскута была иссечена, при этом внутренняя и задняя поверхности голеностопного сустава оказались лишенными кожного покрова.

В связи с обнажением задней большеберцовой артерии и большеберцового нерва, а также сухожилий внутренней и задней поверхностей голеностопного сустава было принято решение заместить дефект мягких тканей заднемедиальной поверхности нижней трети голени несвободным суральным кожно-фасциальным кровоснабжаемым лоскутом на дистальной сосудистой ножке с контралатеральной голени.

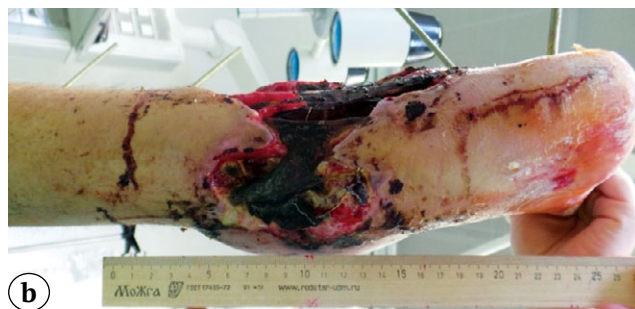
Лоскут начали формировать в верхней трети голени с выделения осевых сосудов, сопровождающих икроножный нерв. Ширина лоскута на этом уровне была максимальной и составила 12 см. Следуя субфасциально в дистальном направлении, выделение трансплантата продолжали до места выхода из межберцовой мембраны питающих комплекс тканей сосудов — 6 см выше медиальной лодыжки. Длина лоскута составила 22 см. Сформированным суральным кожно-фасциальным лоскутом удалось заместить до 80% дефекта мягких тканей. Остальная часть раны с гранулирующим основанием, а также донорская зона были закрыты расщепленным кожным аутоотрансплантатом с наружной поверхности левого бедра. Нижние конечности были фиксированы между собой стержневым аппаратом КСВП (комплект стержневой военно-полевой), выполняющим также функцию защиты перемещенного лоскута от внешнего сдавления (рис. 6).

В послеоперационном периоде достигнуто неосложненное полное приживание перемещенного лоскута и расщепленного кожного аутоотрансплантата. Через 3 нед. под местной анестезией ножка лоскута была отсечена, аппарат демонтирован, а конечности разъединены (рис. 7).



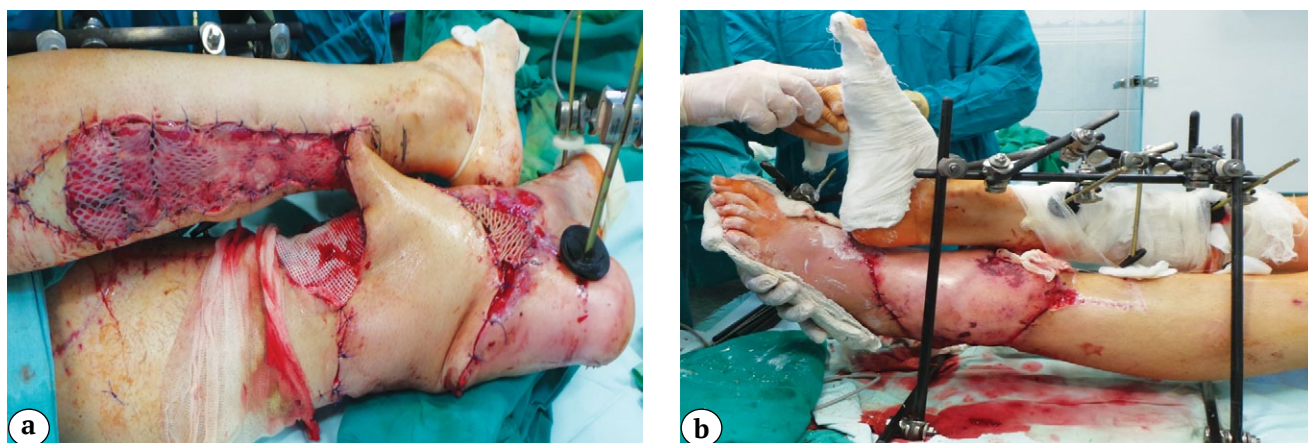
**Рис. 4.** Разметка переднелатерального лоскута на правом бедре (а); вид левой голени в 1-е сут. после операции пересадки кровоснабжаемого комплекса тканей в аппарате (б)

**Fig. 4.** Marking of the anterolateral flap on the right thigh (а); view of the left lower leg on the 1st day after the transplantation of the vascularized tissue complex in the device (b)



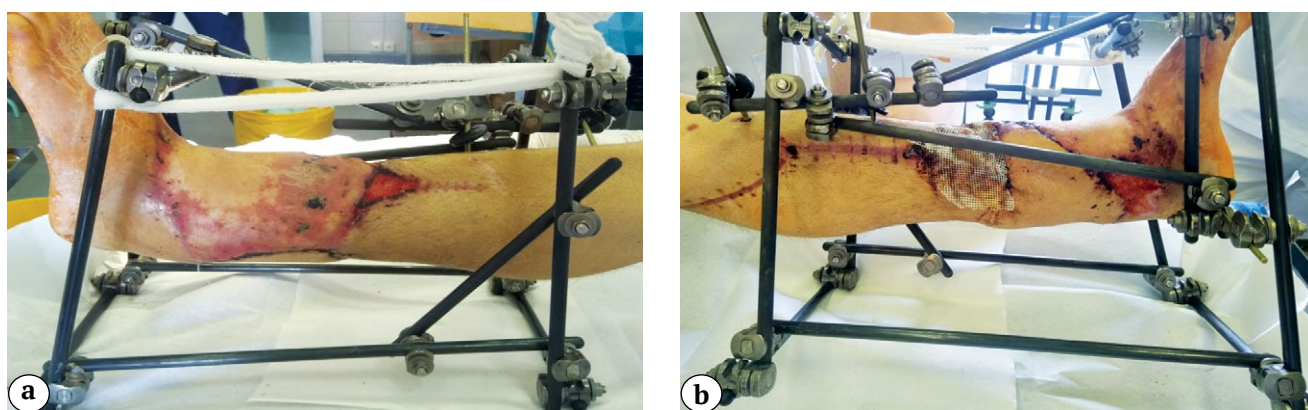
**Рис. 5.** Вид левой голени изнутри (а) и сзади (б) с частично некротизированным пересаженным переднелатеральным лоскутом

**Fig. 5.** Left lower leg from the inside (а) and from the back (b) with a partially necrotized transplanted anterolateral flap



**Рис. 6.** Вид конечностей после транспозиции несвободного икроножного лоскута со здоровой конечности (a); фиксация обеих голеней в стержневом аппарате рамочного типа в подвешенном состоянии (b)

**Fig. 6.** Limb view after transposition of a vascularized sural flap from a healthy limb (a); fixation of both lower legs in a frame-type external fixator in suspension (b)

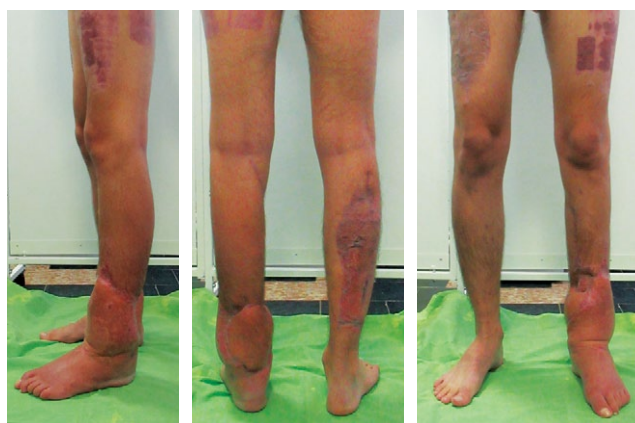


**Рис. 7.** Вид голени и стопы после отсечения ножки икроножного лоскута: a — наружная поверхность; b — внутренняя поверхность

**Fig. 7.** View of the lower leg and foot after cutting off the pedicle of the sural flap: a — external surface; b — internal surface

После прекращения иммобилизации пациент приступил к ходьбе на костылях с неполной опорой на оперированную конечность. В течение 4 нед. нагрузка была доведена до полной, что позволило пострадавшему полностью отказаться от использования дополнительных средств опоры.

При контрольном осмотре через 2 года после окончания лечения пациент предъявлял жалобы на сохранение отека стопы, возникающей при длительном нахождении в вертикальном положении и требующей эластической компрессии голеностопного сустава. Причиной отека являлось нарушение лимфатического оттока в связи с повреждением в области травмы всех венозных коллатералей. Ходит с полной нагрузкой на травмированную конечность без дополнительных средств опоры (рис. 8). Болевой синдром отсутствует, чувствительность стопы полностью сохранена.



**Рис. 8.** Вид прооперированных нижних конечностей через 2 года после операции

**Fig. 8.** View of the operated lower limbs 2 years after the surgery



## ОБСУЖДЕНИЕ

Травматические повреждения нижней конечности с обширными дефектами мягких тканей являются результатом высокоэнергетического внешнего воздействия. Вследствие контаминации раневой поверхности, а также повреждения магистральных сосудов гнойное воспаление и декомпенсация кровоснабжения дистальных отделов конечности становятся главными причинами, приводящими к ампутации конечности [7, 8, 9]. Во времена, предшествовавшие промышленной революции, травмы нижних конечностей преимущественно получали на поле боя [10, 11]. Высокий уровень смертности от инфекции сделал первичную ампутацию стандартом медицинской помощи при лечении таких повреждений [11, 12].

Изобретение и внедрение в клиническую практику пенициллина в 1940-х гг. позволили начать успешную борьбу с раневой инфекцией. Эти события открыли новую эру, продемонстрировали перспективу возможности спасения конечности [12]. В результате ампутация перестала быть обязательной, смещая хирургическую цель к сохранению конечности. Развитие методов пластического замещения тканей на протяжении XX столетия, и в частности, внедрение микрохирургических пересадок комплексов тканей сделали спасение конечности реалистичным и прагматичным вариантом для самых сложных случаев. При этом необходимо отметить, что операции замещения дефектов нижних конечностей, особенно на голени, несмотря на достигнутый прогресс за более чем 50-летнюю историю микрохирургии, технически остаются все еще одними из самых сложных [13].

По данным литературы, вероятность неосложненного приживления перемещенных свободных комплексов тканей остается ниже, чем при иных локализациях дефектов [14]. Так, по данным разных авторов, реконструктивные операции на голени имели благоприятный исход лишь у 80% пострадавших, в то время как после пересадки свободного лоскута при иной локализации дефекта успех был достигнут более чем у 95% пациентов [15, 16]. Примечательно, что пациенты с политравмой находятся в состоянии гиперкоагуляции, что также ухудшает условия для успешной микрохирургической реконструкции. Частичный или полный некроз перемещенного комплекса тканей, в свою очередь, может привести к необходимости ампутации конечности [17, 18]. Такой исход лечения приводит, с одной стороны, к снижению качества жизни пациента, а с другой стороны, к значительным затратам здравоохранения на дальнейшее лечение, включая необходимость протезирования конечности [19]. Таким образом, частичный или полный некроз пересаженного лоскута требует поиска альтернативных рекон-

структивных подходов. Однако публикации, посвященные стратегии лечения после неудачной реконструкции конечности, все еще немногочисленны [20, 21].

Перечень хирургических подходов к решению данной проблемы включает применение второго свободного лоскута, а также менее сложные решения, такие как местные лоскуты, терапия отрицательным давлением, дерматомные трансплантаты или ампутация. По данным G.G. Hallock, повторное использование кровоснабжаемого комплекса тканей заканчивается развитием некроза на 8–10% чаще, чем при первичной операции, при этом венозный тромбоз является наиболее распространенной причиной неудач [22].

Частичный некроз пересаженного нами свободного лоскута с большой долей вероятности также стал результатом недостаточности венозного оттока из трансплантата. Соответственно, повторная пересадка комплекса тканей с выполнением анастомозов с задними большеберцовыми сосудами ассоциировалась с повышенным риском развития синдрома «обкрадывания» или тромбоза реципиентного сосудистого пучка. В обоих случаях это могло стать причиной декомпенсации кровоснабжения стопы и ее некроза. В случае частичной потери лоскута некоторые авторы предлагают рассмотреть возможность использования расщепленного кожного трансплантата как вариант с высокой общей вероятностью успеха [23]. В нашем клиническом случае наличие обнаженных сосудов, нерва и сухожилий исключало возможность использования как дерматомного трансплантата, так и терапии низким давлением.

Надежной альтернативой свободному лоскуту ряд авторов считают кожную пластику местными тканями. Одним из самых часто используемых несвободных комплексов тканей для восполнения дефектов дистальных отделов нижней конечности является суральный кожно-фасциальный лоскут на дистальной ножке, впервые описанный P. Donski и I. Fogdestam в 1983 г. [24]. Позже, в 1992 г., A. Masquelet с соавторами выполнили топографо-анатомическое обоснование применения сурального лоскута на дистальной сосудистой ножке [25]. Общеизвестными преимуществами данного комплекса тканей являются техническая простота его выделения, длинная ножка, широкая арка ротации, минимальный ущерб для донорской области, сохранение магистральных артерий и возможность включения в кожно-фасциальный лоскут большей части задней поверхности голени. Совокупность указанных особенностей делает его лоскутом выбора для замещения обширных дефектов голени или стопы при невозможности пересадки свободных комплексов тканей [26]. Однако в нашем случае наличие пер-



вичного циркулярного дефекта нижней трети голени исключало его формирование на этой же конечности. При этом сохранялся вариант несвободной пересадки лоскута с контралатеральной здоровой конечности. Первое упоминание об использовании перекрестного лоскута относится к 1854 г., когда американский хирург F.H. Hamilton впервые применил его для лечения длительно незаживающей раны голени [27]. В дальнейшем этот метод реконструктивной хирургии успешно использовали для замещения дефектов дистальных отделов нижних конечностей, особенно при лечении раненых во время Второй мировой войны. В 1952 г. R.B. Stark обобщил полученные ранее результаты лечения и сообщил о преимуществах данного вида пластических операций при реконструкции нижней конечности [28]. Внедрение микрохирургии в 1970-х гг. значительно сузило показания к перекрестной кожной пластике. В большинстве случаев они обусловлены или общими факторами (возраст, диабет, многолетний стаж тяжелого табакокурения и т.д.), или местными (обструкционное заболевание или повреждение магистральных сосудов, лучевая терапия конечности и т.д.) [29].

В представленном нами наблюдении использование перекрестного сурального кожно-фасциального лоскута на дистальной ножке в условиях

повреждения части основных магистральных сосудов и обширного дефекта мягких тканей позволило восстановить кожные покровы и сохранить конечность молодому пациенту.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленное клиническое наблюдение демонстрирует возможность успешного замещения обширного циркулярного дефекта нижней трети голени с использованием последовательно свободного и несвободного кровоснабжаемых комплексов тканей. Применение перекрестного несвободного сурального кожно-фасциального лоскута для закрытия дефекта, возникшего после частичного некроза ранее пересаженного кровоснабжаемого переднелатерального лоскута бедра позволило полностью восстановить кожные покровы нижней трети голени. Главными преимуществами данного варианта пластики являются относительная техническая простота оперативного вмешательства, небольшое время выполнения операции. Главным недостатком данного способа является необходимость соблюдать строгий постельный режим с вынужденным положением ног в течение 3 нед. до отсечения лоскута. Таким образом, основным показанием для его применения является неудача ранее выполненных реконструктивных операций на дистальных отделах нижней конечности.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

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

**Этическая экспертиза.** Не применима.

**Информированное согласие на публикацию.** Авторы получили письменное согласие пациента на публикацию медицинских данных и изображений.

## DISCLAIMERS

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

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

**Ethics approval.** Not applicable.

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

## ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Хоминец В.В., Шукин А.В., Михайлов С.В., Шакун Д.А., Ендовицкая М.В., Захаров М.В. Опыт лечения пострадавшего с тяжелой механической травмой нижней конечности на фоне некомпенсированной ишемии (клинический случай). *Травматология и ортопедия России*. 2020;26(1):153-163. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-153-163. Khominets V.V., Shchukin A.V., Mikhailov S.V., Shakun D.A., Endovitskaya M.V., Zakharov M.V. Treatment of the Low Extremity Severe Mechanical Injury with Uncompensated Ischemia (Case Report). *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2020;26(1):153-163. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-153-163.
2. Лычагин А.В., Грицюк А.А., Корытин В.С. Отдаленные последствия ранений голени. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова*. 2022;181(1):80-87. doi: 10.24884/0042-4625-2022-181-1-80-87. Lychagin A.V., Gritsyuk A.A., Korytin V.S. Long-term complications of tibial injury. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2022;181(1):80-87. (In Russian). doi: 10.24884/0042-4625-2022-181-1-80-87.
3. Шибаев Е.Ю., Иванов П.А., Кисель Д.А., Неведров А.В. Закрытие дефектов мягких тканей при тяжелых открытых переломах костей голени. *Политравма*. 2012;(1):21-31. Shibaev E.Yu., Ivanov P.A., Kisel D.A., Nevedrov A.V. Closing of soft tissue defects after severe open tibia fractures. *Polytrauma*. 2012;(1):21-31. (In Russian).

4. Гуманенко Е.К., Бояринцев В.В., Супрун Т.Ю., Ляшедько П.П. *Объективная оценка тяжести травм*. Санкт-Петербург; 1999. с. 3-5.
5. Rating the severity of tissue damage. I. The abbreviated scale. *JAMA*. 1971;215(2):277-280. doi: 10.1001/jama.1971.03180150059012.
6. Johansen K., Daines M., Howey T., Helfet D., Hansen S.T.Jr. Objective criteria accurately predict amputation following lower extremity trauma. *J Trauma*. 1990; 30:568-572. doi: 10.1097/00005373-199005000-00007.
7. Colen D.L., Colen L.B., Levin L.S., Kovach S.J. Godina's Principles in the Twenty-First Century and the Evolution of Lower Extremity Trauma Reconstruction. *J Reconstr Microsurg*. 2018;34(08):563-571. doi: 10.1055/s-0037-1607348.
8. Gustilo R.B. Use of antimicrobials in the management of open fractures. *Arch Surg*. 1979;114(7):805-808. doi: 10.1001/archsurg.1979.01370310047010.
9. Leland H.A., Rounds A.D., Burt K.E., et al. Soft tissue reconstruction and salvage of infected fixation hardware in lower extremity trauma. *Microsurgery*. 2018;38(3):259-263. doi: 10.1002/micr.30176.
10. Fang F., Chung K.C. An evolutionary perspective on the history of flap reconstruction in the upper extremity. *Hand Clin*. 2014;30(2):109-122. doi: 10.1016/j.hcl.2013.12.001.
11. Manring M.M., Hawk A., Calhoun J.H., Andersen R.C. Treatment of war wounds: a historical review. *Clin Orthop Relat Res*. 2009;467(8):2168-2191. doi: 10.1007/s11999-009-0738-5.
12. Sabino J.M., Slater J., Valerio I.L. Plastic surgery challenges in war wounded I: flap-based extremity reconstruction. *Adv Wound Care (New Rochelle)*. 2016;5(9):403-411. doi: 10.1089/wound.2015.0656.
13. Heller L., Levin L.S. Lower extremity microsurgical reconstruction. *Plast Reconstr Surg*. 2001;108(4):1029-1041. doi: 10.1097/00006534-200109150-00036.
14. Khouri R.K., Shaw W.W. Reconstruction of the lower extremity with microvascular free flaps: A 10-year experience with 304 consecutive cases. *J Trauma*. 1989;29(8):1086-1094. doi: 10.1097/00005373-198908000-00005.
15. Basheer M.H., Wilson S.M., Lewis H., Herbert K. Microvascular free tissue transfer in reconstruction of the lower limb. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2008;61(5): 525-528. doi: 10.1016/j.bjps.2007.03.029.
16. Egeler S.A., de Jong T., Luijsterburg A.J.M., Mureau M.A.M. Long-Term Patient-Reported Outcomes following Free Flap Lower Extremity Reconstruction for Traumatic Injuries. *Plast Reconstr Surg*. 2018;141(3): 773-783. doi: 10.1097/PRS.00000000000004124.
17. Piwnica-Worms W., Stranix J.T., Othman S., Kozak G.M., Moyer I., Spencer A. et al. Risk Factors for Lower Extremity Amputation Following Attempted Free Flap Limb Salvage. *J Reconstr Microsurg*. 2020;36(7):528-533. doi: 10.1055/s-0040-1710358.
18. Messner J., Harwood P., Johnson L., Itte V., Bourke G., Foster P. Lower limb paediatric trauma with bone and soft tissue loss: Ortho-plastic management and outcome in a major trauma centre. *Injury*. 2020;51(7):1576-1583. doi: 10.1016/j.injury.2020.03.059.
19. MacKenzie E.J., Jones A.S., Bosse M.J., Castillo R.C., Pollak A.N., Webb L.X. et al. Health-care costs associated with amputation or reconstruction of a limb threatening injury. *J Bone Joint Surg Am*. 2007;89(8):1685-1692. doi: 10.2106/JBJS.F.01350.
20. Perrot P., Bouffaut A.L., Perret C., Connault J., Duteille F. Risk factors and therapeutic strategy after failure of free flap coverage for lower-limb defects. *J Reconstr Microsurg*. 2011;27(3):157-162. doi: 10.1055/s-0030-1268855.
21. Culliford A.T. 4<sup>th</sup>, Spector J., Blank A., Karp N.S., Kasabian A., Levine J.P. The fate of lower extremities with failed free flaps: a single institution's experience over 25 years. *Ann Plast Surg*. 2007;59(1):18-21. doi: 10.1097/01.sap.0000262740.34106.1b.
22. Hallock G.G. Fate of a second perforator free flap used to salvage failure of the first perforator free flap. *J Reconstr Microsurg*. 2013;29(8):523-530. doi: 10.1055/s-0033-1348900.
23. Liu H.-H., Chang C.-K., Huang C.-H., Wu J.R., Chen C.Y., Huang D.W. et al. Use of split-thickness planar skin grafts in the management of leg and foot skin defects. *Int Wound J*. 2018;15(5):783-788. doi: 10.1111/iwj.12927.
24. Donski P.K., Fogdestam I. Distally based fasciocutaneous flap from the sural region. A preliminary report. *Scand J Plast Reconstr Surg*. 1983;17(3):191-196. doi: 10.3109/02844318309013118.
25. Masquelet A.C., Romana M.C., Wolf G. Skin island flaps supplied by the vascular axis of the sensitive superficial nerves: anatomic study and clinical experience in the leg. *Plast Reconstr Surg*. 1992;89(6):1115-1121. doi: 10.1097/00006534-199206000-00018.
26. Штутин И.А., Михайличенко В.Ю., Штутин И.А., Самарин С.А. Особенности пластического закрытия раневых дефектов дистальных отделов нижней конечности суральным лоскутом. *Пластическая хирургия и эстетическая медицина*. 2021;1:52-57. doi: 10.17116/plast.hirurgia202101152.
27. Shtutin I.A., Mikhailichenko V.Yu., Shtutin I.A., Samarin S.A. Closure of distal defects of the lower extremity with a sural flap. *Plastic Surgery and Aesthetic Medicine*. 2021;1:52-57. (In Russian). doi: 10.17116/plast.hirurgia202101152.
28. Hamilton F.H. *Elkoplasy, or anaplasty applied to the treatment of old ulcers*. New York : Holman, Gray; 1854.
29. Stark R.B. The cross-leg flap procedure. *Plast Reconstr Surg*. 1952;9(3):173-204. doi: 10.1097/00006534-195203000-00001.
30. Коростелев М.Ю., Шихалева Н.Г., Новиков К.И. Клинический пример лечения пациента с посттравматическим комбинированным обширным дефектом тканей голени. *Гений ортопедии*. 2022;28(5): 708-714. doi: 10.18019/1028-4427-2022-28-5-708-714.
31. Korostelev M.Yu., Shikhaleva N.G., Novikov K.I. Treatment of a patient with a post-traumatic combined extensive defect in the lower leg tissues (case report). *Genij Ortopedii*. 2022;28(5):708-714. (In Russian). doi: 10.18019/1028-4427-2022-28-5-708-714.

**Сведения об авторах**

✉ Иванов Виталий Сергеевич

Адрес: Россия, 194044, г. Санкт-Петербург,

ул. Академика Лебедева, д. 6

<http://orcid.org/0000-0001-5414-7559>

e-mail: [ivanovka78@gmail.com](mailto:ivanovka78@gmail.com)

Ткаченко Максим Владимирович — канд. мед. наук

<http://orcid.org/0000-0001-6034-7047>

e-mail: [tkachenko\\_med@mail.ru](mailto:tkachenko_med@mail.ru)

Хоминец Владимир Васильевич — д-р мед. наук, профессор

<http://orcid.org/0000-0001-9391-3316>

e-mail: [khominets\\_62@mail.ru](mailto:khominets_62@mail.ru)

Китачёв Кирилл Витальевич — канд. мед. наук

<http://orcid.org/0000-0002-3244-9561>

e-mail: [kitachov@mail.ru](mailto:kitachov@mail.ru)

**Authors' information**

✉ Vitaliy S. Ivanov

Address: 6, St. Petersburg, Akademika Lebedeva st.,

194044, Russia

<http://orcid.org/0000-0001-5414-7559>

e-mail: [ivanovka78@gmail.com](mailto:ivanovka78@gmail.com)

Maksim V. Tkachenko — Cand. Sci. (Med.)

<http://orcid.org/0000-0001-6034-7047>

e-mail: [tkachenko\\_med@mail.ru](mailto:tkachenko_med@mail.ru)

Vladimir V. Khominets — Dr. Sci. (Med.), Professor

<http://orcid.org/0000-0001-9391-3316>

e-mail: [khominets\\_62@mail.ru](mailto:khominets_62@mail.ru)

Kirill V. Kitachev — Cand. Sci. (Med.)

<http://orcid.org/0000-0002-3244-9561>

e-mail: [kitachov@mail.ru](mailto:kitachov@mail.ru)

## Разобращение фиксирующего механизма полиэтиленового вкладыша в модульном большеберцовом компоненте эндопротеза коленного сустава: клинический случай

Д.В. Чугаев, Т.А. Куляба, А.И. Петухов, А.И. Мартыненко

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена»  
Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

### Реферат


**Актуальность.** Модульные большеберцовые компоненты эндопротезов коленного сустава используются в большинстве современных систем для замещения коленного сустава. Несмотря на ряд ограничений, имеется множество аспектов, делающих такие виды имплантатов незаменимым инструментом для ортопедического хирурга.


**Цель** — на клиническом примере показать потенциальные риски, связанные с использованием модульного полиэтиленового вкладыша с металлическим фиксирующим механизмом.

**Описание клинического случая.** Представлен случай первичного тотального эндопротезирования коленного сустава у пациентки 70 лет. Операция была выполнена опытной хирургической бригадой с хорошим ранним рентгенологическим и функциональным результатом лечения. После выписки, примерно через 10 дней после операции, у пациентки появилась боль в коленном суставе. На контрольных рентгенограммах была выявлена миграция металлической «шпильки», фиксирующей полиэтиленовый вкладыш. В экстренном порядке пациентке была выполнена ревизионная операция с заменой вкладыша.

**Заключение.** Миграция замыкающего элемента вкладыша и вывих вкладыша в фиксированных системах являются достаточно редкими осложнениями эндопротезирования коленного сустава. Причинами, приводящими к данным осложнениям, являются неадекватный мягкотканый баланс коленного сустава в ходе эндопротезирования и ряд технических ошибок. Сам факт использования модульных компонентов сустава является предрасполагающим фактором разобращения этих модулей.

**Ключевые слова:** тотальное эндопротезирование коленного сустава, вывих вкладыша эндопротеза, осложнения эндопротезирования.

 **Для цитирования:** Чугаев Д.В., Куляба Т.А., Петухов А.И., Мартыненко А.И. Разобращение фиксирующего механизма полиэтиленового вкладыша в модульном большеберцовом компоненте эндопротеза коленного сустава: клинический случай. *Травматология и ортопедия России*. 2024;30(1):120-128. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-17411>.

 **Чугаев Дмитрий Валерьевич;** e-mail: [dr.chugaev@gmail.com](mailto:dr.chugaev@gmail.com)

Рукопись получена: 10.11.2023. Рукопись одобрена: 26.02.2024. Статья опубликована онлайн: 13.03.2024.

© Чугаев Д.В., Куляба Т.А., Петухов А.И., Мартыненко А.И., 2024



## Disengagement of Polyethylene Insert Locking Mechanism in Modular Tibial Components for Knee Arthroplasty: A Case Report

Dmitrii V. Chugaev, Taras A. Kuliaba, Aleksey I. Petukhov, Anastasiya I. Martynenko

*Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics,  
St. Petersburg, Russia*

### Abstract

**Background.** Modular tibial components for knee arthroplasty are used in the majority of modern knee replacement systems. Despite a number of limitations, there are many aspects that make these types of implants indispensable for orthopedic surgeons.

**Aim** — to demonstrate possible risks associated with a modular polyethylene liner with metal locking clip using a clinical case as an example.

**Case description.** We present a case of primary total knee arthroplasty in a 70-year-old female patient. The surgery was performed by an experienced surgical team and resulted in good early radiologic and functional treatment outcome. After discharge, approximately 10 days after surgery, the patient developed knee pain. Control X-rays showed migration of the metal pin locking the polyethylene insert. The patient underwent an emergency revision surgery with replacement of the clip. The authors analyze possible causes of this complication and ways of its prevention.

**Conclusion.** Migration of the insert locking element and dislocation of the insert in locked systems are quite rare complications of the knee arthroplasty. Their causes are soft tissue imbalance of the knee joint during arthroplasty and a number of technical errors. The very fact of using modular components of the joint is a predisposing factor for the disassociation of these modules.

**Keywords:** total knee arthroplasty, liner dislocation, complications after arthroplasty.

**Cite as:** Chugaev D.V., Kuliaba T.A., Petukhov A.I., Martynenko A.I. Disengagement of Polyethylene Insert Locking Mechanism in Modular Tibial Components for Knee Arthroplasty: A Case Report. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2024;30(1):120–128. (In Russian). <https://doi.org/10.17816/2311-2905-17411>.

Dmitrii V. Chugaev; e-mail: [dr.chugaev@gmail.com](mailto:dr.chugaev@gmail.com)

✉ Submitted: 10.11.2023. Accepted: 26.02.2024. Published Online: 13.03.2024.

© Chugaev D.V., Kuliaba T.A., Petukhov A.I., Martynenko A.I., 2024

## ВВЕДЕНИЕ

Модульность большеберцового компонента эндопротеза, кроме возможности использования металлических клиньев, блоков и интрамедуллярных ножек в ходе ревизионного или первичного осложненного эндопротезирования коленного сустава, подразумевает также и модульность применения полиэтиленовых вкладышей различных конфигураций [1]. Возможность использования асимметричных тибиальных компонентов и вкладышей для эндопротезов правого и левого коленных суставов разной толщины и геометрии (классический вкладыш для сохранения задней крестообразной связки, ультраконгруэнтный вкладыш, вкладыш для замещения задней крестообразной связки) внутри одной системы для эндопротезирования дает ортопедическому хирургу большую свободу действий и множество высокоэффективных интраоперационных опций [2]. В то же время очевидным является тот факт, что чем больше модулей в конструкции, тем выше риск их взаимного износа, разобщения и иных типов механических повреждений. В частности, так называемый *backside wear*, или износ обратной стороны полиэтиленового вкладыша о верхнюю поверхность большеберцового компонента во время циклов сгибания-разгибания в коленном суставе, является важным фактором развития остеолита и в конечном итоге ревизии искусственного коленного сустава [3, 4, 5, 6].

Основными инструментами, обеспечивающими модульность большеберцовых компонентов современных эндопротезов коленного сустава, являются различные механизмы фиксации полиэтиленовых вкладышей. Необходимо отметить, что их разобщение и вывих являются крайне редкими осложнениями и, по данным E. Thienpont, составляют 0,008% [7], что тем не менее не делает их менее катастрофичными и требующими выполнения операции экстренного ревизионного эндопротезирования с заменой модульных элементов.

**Цель исследования** — показать на клиническом примере потенциальные риски, связанные с использованием модульного полиэтиленового вкладыша с металлическим фиксирующим элементом.

## ОПИСАНИЕ КЛИНИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ

Пациентка 70 лет обратилась в клинику НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена по поводу терминального левостороннего гонартроза с варусной деформацией и комбинированной контрактурой коленного сустава (рис. 1).

На правом коленном суставе выполняли тотальное эндопротезирование годом ранее в том же клиническом отделении Центра без периоперационных осложнений и с хорошим функциональным результатом.

После предоперационной подготовки, выполненной согласно протоколам Центра, из стандартного срединного доступа была выполнена операция тотального эндопротезирования левого коленного сустава с имплантацией эндопротеза с сохранением задней крестообразной связки (рис. 2).



**Рис. 1.** Рентгенограммы коленного сустава пациентки, выполненные при поступлении в клинику

**Fig. 1.** Knee X-rays performed on admission to the clinic



**Рис. 2.** Послеоперационные рентгенограммы коленного сустава пациентки, выполненные на следующий день после эндопротезирования

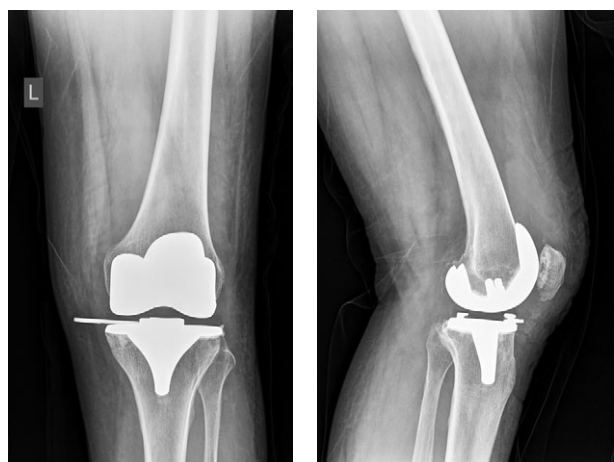
**Fig. 2.** Postoperative knee X-rays performed the day after arthroplasty

Операцию выполняли с использованием пневматурникета (время экспозиции турникета составило 65 мин.) с минимальной интраоперационной кровопотерей, время хирургического вмешательства составило 65 мин. Имплантация фиксирующего элемента (шпильки) была осуществлена без технических трудностей. Шпилька с тугим сопротивлением была введена в паз, заблокировав поли-

этиленовый вкладыш. Операцию выполнял опытный хирург, имеющий опыт имплантации более 5000 эндопротезов и хорошо знакомый с системой Zimmer Biomet Vanguard, который осуществлял имплантацию эндопротеза в контралатеральный коленный сустав пациентки год назад.

Течение раннего послеоперационного периода было неосложненным, пациентка в удовлетворительном состоянии выписана на 4-е сут. послеоперационного периода с амплитудой движений в коленном суставе 0°/0°/95° (разгибание/0°/сгибание). На амбулаторном этапе пациентка в домашних условиях продолжила реабилитацию, включавшую ходьбу с дополнительной опорой на костыли и комплекс упражнений лечебной физкультуры. С ее слов, вне связи с травмой незначительный болевой синдром, беспокоивший после операции, в течение нескольких дней стал крайне выраженным, был локализован в переднемедиальном отделе коленного сустава, стала ограниченной амплитуда движений. Больная обратилась к лечащему врачу. Было рекомендовано выполнение рентгенограмм коленного сустава в двух проекциях: диагностирована миграция фиксирующего вкладыш элемента (рис. 3).

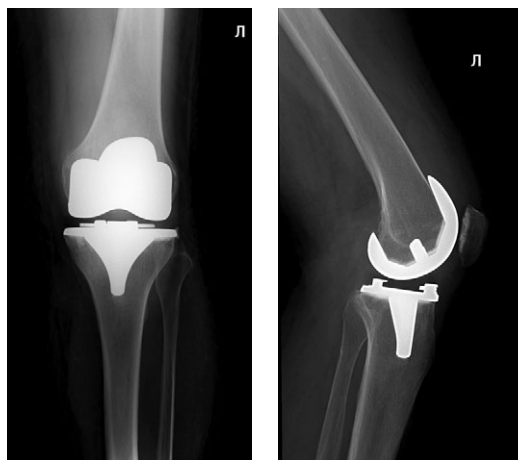
В день обращения пациентке выполнили предоперационную подготовку и провели экстренное хирургическое ревизионное вмешательство с заменой всего модуля (полиэтиленового вкладыша и его металлического фиксатора) на новый (рис. 4). Ревизия коленного сустава не выявила иных повреждений, признаков некорректной фиксации вкладыша, мягкотканного импинджмента, фронтальной или сагиттальной нестабильности



**Рис. 3.** Рентгенограммы коленного сустава с признаками миграции фиксирующего элемента вкладыша

**Fig. 3.** Knee X-rays with signs of migration of the insert locking element

протезированного коленного сустава, симптома «открытой книги» или иных проблем, способных быть очевидной причиной развившегося осложнения.



**Рис. 4.** Рентгенограммы коленного сустава после ревизионной операции

**Fig. 4.** Knee X-rays after revision surgery

При осмотре эксплантированного вкладыша и его фиксатора не выявлено их повреждений или производственных дефектов. Удаленный модуль был передан представителям фирмы Zimmer Biomet, и его изучение экспертами-технологами не выявило признаков производственного брака или механических повреждений фиксирующей системы. Течение послеоперационного периода было неосложненным, пациентка прошла курс реабилитационного лечения и закончила лечение с удовлетворительным функциональным результатом.

## ОБСУЖДЕНИЕ

К описанному нами осложнению относится утверждение, что к серьезному, а зачастую и трагическому событию приводят, на первый взгляд, неочевидные и не слишком связанные друг с другом действия. Так, например, анализируя ход операции, мы понимаем, что имплантация вкладыша проводится в конце операции, когда внимание оператора и ассистентов рассеивается из-за того, что основные, наиболее сложные этапы операции выполнены. Фиксация вкладыша зачастую выполняется в спешке, так как начинается полимеризация цемента, и необходимо удалить его излишки и убедиться в корректной имплантации компонентов. На этом этапе может происходить ущемление мягких тканей в фиксирующем элементе модуля «тибиальный компонент — вкладыш». Полиэтиленовый компонент в системе типа «ласточкин хвост» может не встать в тонкие ме-

таллические полозья и быть фиксированным не по всей поверхности. Фиксирующий винт в системах центральной фиксации может быть введен не соосно его каналу, кроме того, эти проблемы способны комбинироваться.

*Современные подходы к системам фиксации вкладышей в большеберцовых компонентах эндопротеза.* В настоящее время все варианты фиксации пластиковых вкладышей в металлическом большеберцовом компоненте можно разделить на четыре основные группы с вариациями: с линейным фиксирующим механизмом, с периферической фиксацией, с центральным фиксирующим устройством; с гибридной фиксацией.

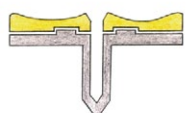
Линейный (линеарный) тип фиксации наиболее часто представлен фиксирующим механизмом «ласточкин хвост», имеющим металлические полозья в конструкции большеберцового компонента эндопротеза, по которым методом тугой посадки импактируют полиэтиленовый вкладыш (рис. 5).

Периферическая фиксация подразумевает импакцию полиэтиленового вкладыша методом тугой посадки по все окружности большеберцового вкладыша по принципу плотно пригнанной крышки или пробки (рис. 6).



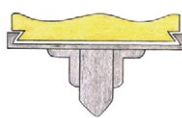
**Рис. 5.** Линейный тип фиксации пластикового вкладыша в большеберцовом компоненте эндопротеза коленного сустава («ласточкин хвост»)

**Fig. 5.** Linear type of fixation of the polyethylene insert in the tibial component of the knee endoprosthesis (“dovetail”)



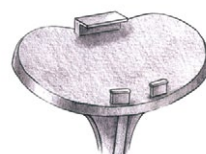
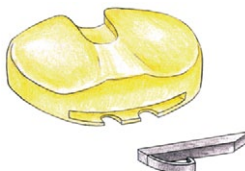
**Рис. 7.** Центральный тип фиксации пластикового вкладыша в большеберцовом компоненте эндопротеза коленного сустава

**Fig. 7.** Central type of fixation of the polyethylene insert in the tibial component of the knee endoprosthesis



**Рис. 6.** Периферический тип фиксации пластикового вкладыша в большеберцовом компоненте эндопротеза коленного сустава

**Fig. 6.** Peripheral type of fixation of the polyethylene insert in the tibial component of the knee endoprosthesis



**Рис. 8.** Гибридный тип фиксации пластикового вкладыша в большеберцовом компоненте эндопротеза коленного сустава

**Fig. 8.** Hybrid type of fixation of the polyethylene insert in the tibial component of the knee endoprosthesis

При центральном типе фиксации вкладыша пресс-фит фиксация вкладыша в большеберцовом компоненте дополняется использованием центрального винта, стабилизирующего модульные компоненты (рис. 7).

Гибридная фиксация может иметь элементы нескольких вышеуказанных систем для обеспечения высокого уровня стабильности модульной системы «тибиальный компонент — пластиковый вкладыш», как, например, в случае рассматриваемого нами в клиническом примере имплантата Vanguard фирмы Zimmer Biomet (рис. 8).

Необходимость создания разных типов фиксации пластиковых вкладышей имеет гетерогенную природу. Для одних типов протезов это является наследованием материнских систем протезирования, созданных во второй половине XX в., для других — возможностью сконструировать отличное от конкурентов устройство в том или ином виде, способное показать лучшие характеристики фиксации вкладыша и меньший износ обратной стороны пластиковой поверхности. На практике мы наблюдаем, что совершенных концепций механической фиксации не существует, и для каждой имеются нюансы, способные привести к разобщению модульной системы [7, 8, 9].



*Факторы риска разобщения системы модульной фиксации большеберцового компонента и полиэтиленового вкладыша.* Общим фактором, способным привести к разобщению вкладыша и большеберцового компонента или их фиксирующих элементов, является сохраняющийся после выполненной артропластики связочный дисбаланс [7]. Даже современные типы имплантатов не способны в полной мере имитировать нативную кинематику коленного сустава и нескорректированные патологические двигательные паттерны в искусственном суставе, способны приводить к механической усталости тех или иных фиксирующих элементов [8, 10, 11].

Так, для систем центральной фиксации, в частности для ряда ревизионных систем, в которых полиэтиленовый вкладыш фиксируется центральным винтом, критичной является реализация так называемого механизма довинчивания винта (screw home) коленного сустава, который за счет повторяющихся ротационных движений приводит к раскручиванию фиксирующего полиэтилен элемента [12, 13, 14].

Для систем центральной и периферической фиксации более критичными являются так называемый феномен lift-off («открытая книга») и феномен pull-out (выраженная сагиттальная нестабильность из-за избыточного по высоте сгибательного промежутка) [15, 16]. В первом случае мы имеем дело с несбалансированным сгибательным промежутком, более тугим в задних отделах (например, если не был произведен релиз задней крестообразной связки), что приводит к приподниманию переднего отдела вкладыша. Во втором случае отсутствие сагиттальной стабильности по причине слишком свободного сгибательного промежутка приводит к реализации положительного теста переднего выдвижного ящика.

Для систем гибридной фиксации, которая была использована в рассматриваемом нами случае, наиболее критичным патологическим двигательным паттерном является медиолатеральная нестабильность за счет постоянной микроподвижности вкладыша, приводящая к смещению фиксирующего элемента — так называемой «шпильки» [7, 17].

Отдельно стоит выделить разобщение вкладыша с большеберцовым компонентом в системах типа CCK/VVC, у которых дополнительным иницирующим разобщение вкладыша фактором является повышенная фронтальная и ротационная нагрузка на пластиковый стабилизатор [8, 13].

*Контент-анализ современной литературы,* освещающей рассматриваемую хирургическую проблему, показывает отсутствие явных закономерностей, которые могут быть выявлены у пациентов с данным осложнением артропластики.

Так, авторы указывают на то, что, как правило, это женщины, и статистически чаще эндопротезирование выполняется именно в этой гендерной группе. Данное осложнение, по наблюдениям исследователей, случается после артропластики на контралатеральной конечности с благополучным исходом; осложнение фиксируют после операций, которые выполняют опытные хирурги, что, возможно, указывает лишь на то, что их выборка более обширна [7, 17].

Это осложнение может происходить при использовании всех известных систем фиксации вкладышей с той лишь особенностью, что при использовании фиксирующей вкладыш «шпильки» ее миграция сразу становится очевидной и вынуждает пациента обратиться к врачу, в то время как нарушение фиксации полиэтиленового вкладыша некоторое время может оставаться недиагностированным, даже при условии выполнения рентгенографии.

Одним из решений данной хирургической проблемы, возможной во всех используемых в настоящее время модульных системах для артропластики, видится более широкое использование полностью полиэтиленовых цементируемых тибиальных компонентов (обозначаемых в зарубежной литературе как all-poly) или немодульных (моноблочных) имплантатов, у которых пластиковая рабочая поверхность фиксируется к металлу на этапе производства [4]. Это является хорошей хирургической опцией, поскольку данный тип используемых ортопедических конструкций имеет ряд явно недооцененных преимуществ [4, 18, 19]. У данного типа компонентов эндопротеза по очевидным причинам отсутствует износ задней части полиэтиленового вкладыша (back side wear) в сравнении с модульными системами. Отсутствие модульной подвижности уменьшает количество продуктов износа вкладыша в окружающие ткани. Следовательно, индуцированные микрочастицами полиэтилена остеолит и асептическое расшатывание развиваются медленнее, что является важным фактором лучшей выживаемости установленного имплантата [20, 21, 22].

Более низкая стоимость all-poly и моноблочных имплантов в сравнении с модульными тибиальными компонентами является перспективной при налаживании системы эндопротезирования коленного сустава в экономически менее развитых регионах. Данная альтернативная опция при выборе большеберцового компонента позволяет рационально распределять финансирование в случае ограниченного ресурса того или иного типа конструкций. Кроме того, это позволяет экономить денежные средства в пользу увеличения количества выполняемых операций артропластики коленного сустава без ущерба качеству и гипоте-

тической выживаемости установленных имплантов [4, 23].

Очевидным недостатком all-poly и моноклочных имплантатов является невозможность использовать модульные удлинители ножки/аугменты в тех случаях, когда это необходимо (ревизионное эндопротезирование, массивные костные дефекты и пр.) [18].

Использование all-poly большеберцовых компонентов, особенно с небольшой толщиной пластика, может быть ассоциировано с неравномерной нагрузкой на губчатую часть метафиза большеберцовой кости. В модульных типах имплантатов эта проблема отсутствует за счет распределения пиковых ударных нагрузок по всей поверхности металлического большеберцового компонента, в то время как полностью полиэтиленовые большеберцовые компоненты не осуществляют шунтирование усилий, которые передаются при контакте бедренного компонента с рабочей пластиковой поверхностью. Это теоретически может повреждать интерфейс «большеберцовый компонент — цемент — кость» и приводить к асептическому расшатыванию в перспективе [4, 19]. В то же время существует масса высококачественных исследований, в том числе метаанализов, убедительно показывающих сравнимые сроки выживаемости модульных и немодульных полиэтиленовых компонентов эндопротезов коленного сустава [4, 18, 23, 24, 25].

Функциональный результат эндопротезирования коленного сустава при имплантации all-poly и модульных конструкций и вовсе не имеет значимых различий из-за идентичности рабочего модуля «бедренный компонент — полиэтилен», что дает практикующим ортопедам еще один повод для более широкого использования полностью полиэтиленовых компонентов в ежедневной хирургической практике [24, 25].

У ряда ортопедических хирургов существует мнение о возрастных границах использования all-poly — данный тип большеберцовых компонентов необходимо использовать у пациентов старше 70 лет, а также у лиц со сниженной двигательной активностью и низкими функциональными запросами [24]. Но в настоящее время из-за отличных результатов выживаемости и идентичных функциональных результатов мы видим тенденцию к применению полностью полиэтиленовых компонентов и у лиц более молодого возраста [18, 24, 26].

Несмотря на указанные выше преимущества all-poly и моноклочных большеберцовых компонентов эндопротезов, большинство врачей в своей практике до сих пор предпочитает имплантировать модульные типы эндопротезов. По-видимому, окончательным доводом является то, что при ревизии модульных систем зачастую можно произвести лишь изолированную замену вкладыша — небольшую и малозатратную по времени операцию. Но, как показывают анализ современной литературы, данных национальных регистров и ежедневная практика, процент таких ревизий крайне мал, так как лидирующие позиции по причинам ревизионных вмешательств занимает асептическое расшатывание компонентов эндопротеза [27, 28]. Чаще всего при ревизионном эндопротезировании требуется удаление и вкладыша, и большеберцового металлического компонента [19, 29]. Поэтому главным ограничением использования в эндопротезировании all-poly и немодульных большеберцовых компонентов, очевидно, остаются предрассудки наших коллег.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Миграция замыкающего элемента вкладыша и вывих вкладыша в фиксированных системах являются достаточно редкими осложнениями эндопротезирования коленного сустава. Тем не менее они являются катастрофическими в аспекте необходимости экстренной госпитализации и как можно более срочного ревизионного вмешательства. К причинам, приводящим к данным осложнениям, относят сохраняющуюся после выполненного эндопротезирования медиолатеральную, фронтальную или иную связочную нестабильность и несбалансированные по изометричности сгибательный и разгибательный промежутки. Причиной недостаточной первичной фиксации вкладыша в его металлическом ложе может быть мягкотканый импинджмент с фрагментом капсулы сустава или синовиальной оболочки, ущемившейся в ходе имплантации компонентов эндопротеза. Сам факт использования модульных компонентов в ходе эндопротезирования коленного сустава является предрасполагающим фактором разобщения этих модулей. Анализ современной литературы не дает простого ответа на вопрос: «Как избежать данного осложнения?», кроме наиболее очевидного — более широкого использования в повседневной практике немодульных систем (полностью полиэтиленовых компонентов и моноклоков).

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Благодарность.** Авторы выражают благодарность художнику И.В. Оношкиной за создание иллюстраций.

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

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

**Этическая экспертиза.** Не применима.

**Информированное согласие на публикацию.** Авторы получили письменное согласие пациентки на публикацию медицинских данных и изображений.

## DISCLAIMERS

**Acknowledgment.** The authors would like to express their deep gratitude to I.V. Onyushkina for making drawings.

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

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

**Ethics approval.** Not applicable.

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

## ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

- Castellarin G., Bori E., Menon A., Innocenti B. The effect of different insert design congruencies on the kinematics of a mobile bearing TKA: A cadaveric study. *J Orthop.* 2022;34:89-93. doi: 10.1016/j.jor.2022.07.018.
- Stulberg S.D., Goyal N. Which Tibial Tray Design Achieves Maximum Coverage and Ideal Rotation: Anatomic, Symmetric, or Asymmetric? An MRI-based study. *J Arthroplasty.* 2015;30(10):1839-1841. doi: 10.1016/j.arth.2015.04.033.
- Longo U.G., Ciuffreda M., D'Andrea V., Mannering N., Locher J., Denaro V. All-polyethylene versus metal-backed tibial component in total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017;25(11):3620-3636. doi: 10.1007/s00167-016-4168-0.
- AbuMoussa S., White C.C. 4<sup>th</sup>, Eichinger J.K., Friedman R.J. All-Polyethylene versus Metal-Backed Tibial Components in Total Knee Arthroplasty. *J Knee Surg.* 2019;32(8):714-718. doi: 10.1055/s-0039-1683979.
- Łapaj Ł., Mróz A., Kokoszka P., Markuszewski J., Wendland J., Helak-Łapaj C., et al. Peripheral snap-fit locking mechanisms and smooth surface finish of tibial trays reduce backside wear in fixed-bearing total knee arthroplasty. *Acta Orthop.* 2017;88(1):62-69. doi: 10.1080/17453674.2016.1248202.
- Conditt M.A., Ismaili S.K., Alexander J.W., Noble P.C. Backside wear of modular ultra-high molecular weight polyethylenetibial inserts. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86(5):1031-1037. doi: 10.2106/00004623-200405000-00022.
- Thienpont E. Failure of tibial polyethylene insert locking mechanism in posterior stabilized arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013;21(12):2685-2688. doi: 10.1007/s00167-012-2018-2.
- Chen C.E., Juhn R.J., Ko J.Y. Dissociation of polyethylene insert from the tibial baseplate following revision total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2011;26(2):339.e11-339.e13. doi: 10.1016/j.arth.2010.04.016.
- Sisko Z.W., Teeter M.G., Lanting B.A., Howard J.L., McCalden R.W., Naudie D.D., et al. Current Total Knee Designs: Does Baseplate Roughness or Locking Mechanism Design Affect Polyethylene Backside Wear? *Clin Orthop Relat Res.* 2017;475(12):2970-2980. doi: 10.1007/s11999-017-5494-3.
- Hepinstall M.S., Rodriguez J.A. Polyethylene subluxation: a radiographic sign of locking mechanism failure after modular total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2011;26(1):98-102. doi: 10.1016/j.arth.2009.10.020.
- Sanders A.P., Raeymaekers B. The effect of polyethylene creep on tibial insert locking screw loosening and back-out in prosthetic knee joints. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2014;38:1-5. doi: 10.1016/j.jmbbm.2014.06.002.
- Чугаев Д.В., Кравцов Е.Д., Корнилов Н.Н., Куляба Т.А. Анатомо-биомеханические особенности латерального отдела коленного сустава и связанные с ними технические аспекты одномыщелкового эндопротезирования: лекция. *Травматология и ортопедия России.* 2023;29(2):144-158. doi: 10.17816/2311-2905-2042.
- Chugaev D.V., Kravtsov E.D., Kornilov N.N., Kulyaba T.A. Anatomical and Biomechanical Features of the Lateral Compartment of the Knee and Associated Technical Aspects of Unicompartmental Knee Arthroplasty: Lecture. *Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2023;29(2):144-158. doi: 10.17816/2311-2905-2042. (In Russian).
- Rapuri V.R., Clarke H.D., Spangehl M.J., Beauchamp C.P. Five cases of failure of the tibial polyethylene insert locking mechanism in one design of constrained knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2011;26(6):976.e21-976.e24. doi: 10.1016/j.arth.2010.07.013.
- Cho W.S., Youm Y.S. Migration of polyethylene fixation screw after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2009;24(5):825.e5-825.e9. doi: 10.1016/j.arth.2008.07.011.
- Scott R.D., Chmell M.J. Balancing the posterior cruciate ligament during cruciate-retaining fixed and mobile-bearing total knee arthroplasty: description of the pull-out lift-off and slide-back tests. *J Arthroplasty.* 2008;23(4):605-608. doi: 10.1016/j.arth.2007.11.018.
- Migon E.Z., de Freitas G.L., Rodrigues M.W., de Oliveira G.K., de Almeida L.G., Schwartzmann C.R. Spontaneous dislocation of the polyethylene component following knee revision arthroplasty: case report. *Rev Bras Ortop.* 2014;50(1):114-116. doi: 10.1016/j.rboe.2014.12.002.
- Jindal S., Bansal V., Ahmed M. Disengagement of tibial insert locking pin in total knee arthroplasty - A rare failure case report. *J Clin Orthop Trauma.* 2022;33:101996. doi: 10.1016/j.jcot.2022.101996.
- Nachtnabl L., Tomáš T., Apostolopoulos V., Pazourek L., Mahdal M. Long-Term Results of Total Knee Replacement Using P.F.C. Sigma System with an All-Polyethylene Tibial Component. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2021;88(6):412-417. doi: 10.55095/achot2021/061. (In Czech).

19. Brihault J., Navacchia A., Pianigiani S., Labey L., De Corte R., Pascale V., et al. All-polyethylene tibial components generate higher stress and micromotions than metal-backed tibial components in total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016;24(8):2550-2559. doi: 10.1007/s00167-015-3630-8.
20. Wasielewski R.C., Parks N., Williams I., Surprenant H., Collier J.P., Engh G. Tibial insert undersurface as a contributing source of polyethylene wear debris. *Clin Orthop Relat Res.* 1997;(345):53-59.
21. Wasielewski R.C. The causes of insert backside wear in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2002;(404): 232-246. doi: 10.1097/00003086-200211000-00037.
22. Norgren B., Dalén T., Nilsson K.G. All-poly tibial component better than metal-backed: a randomized RSA study. *Knee.* 2004;11(3):189-196. doi: 10.1016/S0968-0160(03)00071-1.
23. Kumar V., Hasan O., Umer M., Baloch N. Cemented all-poly tibia in resource constrained country, affordable and cost-effective care. Is it applicable at this era? Review article. *Ann Med Surg (Lond).* 2019;47:36-40. doi: 10.1016/j.amsu.2019.09.010.
24. Apostolopoulos V., Nachtnabl L., Mahdal M., Pazourek L., Boháč P., Janíček P., et al. Clinical outcomes and survival comparison between NexGen all-poly and its metal-backed equivalent in total knee arthroplasty. *Int Orthop.* 2023;47(9):2207-2213. doi: 10.1007/s00264-023-05772-3.
25. Gudnason A., Hailer N.P., W-Dahl A., Sundberg M., Robertsson O. All-Polyethylene Versus Metal-Backed Tibial Components-An Analysis of 27,733 Cruciate-Retaining Total Knee Replacements from the Swedish Knee Arthroplasty Register. *J Bone Joint Surg Am.* 2014;96(12):994-999. doi: 10.2106/JBJS.M.00373.
26. Apostolopoulos V., Tomáš T., Boháč P., Marcián P., Mahdal M., Valoušek T., et al. Biomechanical analysis of all-polyethylene total knee arthroplasty on periprosthetic tibia using the finite element method. *Comput Methods Programs Biomed.* 2022;220:106834. doi: 10.1016/j.cmpb.2022.106834.
27. Lewis P.L., Robertsson O., Graves S.E., Paxton E.W., Prentice H.A., W-Dahl A. Variation and trends in reasons for knee replacement revision: a multi-registry study of revision burden. *Acta Orthop.* 2021;92(2):182-188. doi: 10.1080/17453674.2020.1853340.
28. Тихилов Р.М., Корнилов Н.Н., Куляба Т.А., Филь А.С., Дроздова П.В. Принципы создания и функционирования регистров артропластики коленного сустава. *Вестник военно-медицинской академии.* 2014;1(45):220-226  
Tikhilov R.M., Kornilov N.N., Kulyaba T.A., Fil A.S., Drozdova P.V. Principles of creation and functioning of knee arthroplasty register. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy.* 2014;1(45):220-226. (In Russian).
29. Jensen C.L., Petersen M.M., Jensen K.E., Therbo M., Schrøder H.M. Outcome of isolated tibial polyethylene insert exchange after uncemented total knee arthroplasty: 27 patients followed for 8-71 months. *Acta Orthop.* 2006;77(6):917-920. doi: 10.1080/17453670610013222.

#### Сведения об авторах

✉ Чугаев Дмитрий Валерьевич — канд. мед. наук  
Адрес: Россия, 195427, г. Санкт-Петербург,  
ул. Академика Байкова, д. 8  
<http://orcid.org/0000-0001-5127-5088>  
e-mail: dr.chugaev@gmail.com

Куляба Тарас Андреевич — д-р мед. наук  
<http://orcid.org/0000-0003-3175-4756>  
e-mail: taraskuliaba@mail.ru

Петухов Алексей Иванович — канд. мед. наук  
<http://orcid.org/0000-0002-2403-6521>  
e-mail: drpetukhov@yandex.ru

Мартыненко Анастасия Игоревна  
<http://orcid.org/0009-0005-0525-6456>  
e-mail: martynenko.anst@yandex.ru

#### Authors' information

✉ Dmitrii V. Chugaev — Cand. Sci. (Med.)  
Address: 8, Akademika Baykova st., St. Petersburg, 195427,  
Russia  
<http://orcid.org/0000-0001-5127-5088>  
e-mail: dr.chugaev@gmail.com

Taras A. Kuliaba — Dr. Sci. (Med.)  
<http://orcid.org/0000-0003-3175-4756>  
e-mail: taraskuliaba@mail.ru

Aleksey I. Petukhov — Cand. Sci. (Med.)  
<http://orcid.org/0000-0002-2403-6521>  
e-mail: drpetukhov@yandex.ru

Anastasiya I. Martynenko  
<http://orcid.org/0009-0005-0525-6456>  
e-mail: martynenko.anst@yandex.ru



## Лечение переломов дистального метаэпифиза лучевой кости у пожилых пациентов: обзор литературы

Н.А. Латыпов, И.О. Голубев

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова»  
Минздрава России, г. Москва, Россия

### Реферат

**Актуальность.** Переломы дистального метаэпифиза лучевой кости (ДМЛК) — одна из самых частых травм среди пожилого населения. Их количество неуклонно растет, и эпидемиологи предсказывают дальнейший рост. Несмотря на растущую популярность, эффективность хирургического лечения данной патологии у пожилых пациентов остается дискуссионной.


**Цель** — определить оптимальный метод лечения переломов дистального метаэпифиза лучевой кости в старшей возрастной группе пациентов на основе сравнительного анализа данных литературы о различных методах лечения — консервативных и хирургических.


**Материал и методы.** Поиск литературы проведен в базах данных PubMed/MEDLINE, Scopus, Google Scholar, eLIBRARY. Поиск осуществлен по наличию в заголовках и резюме следующих ключевых слов, их производных и комбинаций: лечение, дистальный метаэпифиз лучевой кости, пожилые люди; treatment, distal radius fracture, elderly. Первичный анализ на соответствие критериям включения выполнялся по заголовкам и резюме статей, после чего проводился анализ полнотекстовых статей. Источники, полнотекстовые версии которых были недоступны, исключались из анализа.

**Результаты.** Проанализированы актуальные эпидемиологические данные, описаны особенности обследования данной возрастной категории пациентов с переломами ДМЛК, выделены основные методы лечения. Основным методом лечения остается консервативное лечение: закрытая репозиция и иммобилизация. Среди хирургических методов лечения в последние десятилетия открытая репозиция с фиксацией ладонной блокируемой пластиной стала доминирующей, вытеснив такие методы, как закрытая репозиция и фиксация спицами либо аппаратом внешней фиксации. На ранних сроках наблюдения пожилые пациенты, оперированные с помощью ладонной блокируемой пластины, имеют функциональные преимущества по сравнению с теми, кто получил консервативное лечение. Однако на отдаленных сроках наблюдения большинство исследований показывают отсутствие существенных различий в функциональных результатах между хирургическим и консервативным лечением, несмотря на различия в рентгенологических результатах в пользу хирургического метода лечения.

**Заключение.** Для большинства пожилых пациентов оптимальным методом лечения может быть консервативное лечение. Хирургическое вмешательство с помощью ладонной блокируемой пластины оправдано для некоторых групп пожилых пациентов, так как этот метод может увеличивать скорость восстановления после травмы.

**Ключевые слова:** перелом дистального метаэпифиза лучевой кости, остеопоротические переломы, ладонная блокируемая пластина, гипс, иммобилизация.

 **Для цитирования:** Латыпов Н.А., Голубев И.О. Лечение переломов дистального метаэпифиза лучевой кости у пожилых пациентов: обзор литературы. *Травматология и ортопедия России*. 2024;30(1):129-141. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-15542>.

 Латыпов Нияз Альбертович; e-mail: niyaz.a.latypov@gmail.com

Рукопись получена: 15.09.2023. Рукопись одобрена: 09.01.2024. Статья опубликована онлайн: 04.03.2024.

© Латыпов Н.А., Голубев И.О., 2024

## Treatment of Distal Radius Fractures in Elderly Patients: A Review

Niyaz A. Latypov, Igor O. Golubev

National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics named after N.N. Priorov,  
Moscow, Russia

### Abstract

**Background.** Distal radius fractures (DRF) are one of the most common injuries in the elderly population. Their incidence increases steadily, with epidemiologists predicting further growth. Despite its growing prevalence, the efficacy of surgical treatment for this pathology in elderly patients remains debatable.

**Aim** — to determine the optimal method for treating distal radius fractures in the elderly population basing on a comparative analysis of the literature data on various treatment methods, including conservative and surgical ones.

**Methods.** A search was performed in PubMed/MEDLINE, Scopus, Google Scholar, and eLIBRARY databases according to the following keywords, their derivatives and combinations in the titles and abstracts: treatment, distal radius fracture, elderly. Initial analysis for meeting the inclusion criteria was performed on the article titles and abstracts, followed by analysis of the full-text articles. The sources with unavailable full-text versions were excluded from the analysis.

**Results.** Current epidemiological data were studied, specific aspects of physical examination of elderly patients with distal radius fractures were described, the main treatment methods were determined. The main treatment method remains the conservative one: closed reduction and immobilisation. Open reduction and internal fixation with a volar locking plate has become the leading surgical treatment method in recent decades, replacing such methods as closed reduction and fixation with wires or external fixation. At early follow-up, elderly patients operated on with volar locking plate show better functional results than those who received conservative treatment. However, at long-term follow-up, most studies show no significant differences in functional outcomes after surgical and conservative treatment, despite the differences in radiological data in favour of surgical treatment.

**Conclusion.** For the majority of elderly patients, conservative treatment may be the optimal treatment option. Surgical intervention using a volar locking plate may be justified for certain groups of elderly patients, as this method may accelerate rehabilitation after injury.

**Keywords:** distal radius fracture, osteoporotic fractures, volar locking plate, cast, immobilisation.

**Cite as:** Latypov N.A., Golubev I.O. Treatment of Distal Radius Fractures in Elderly Patients: A Review. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2024;30(1):129-141. (In Russian). <https://doi.org/10.17816/2311-2905-15542>.

✉ Niyaz A. Latypov; e-mail: [niyaz.a.latypov@gmail.com](mailto:niyaz.a.latypov@gmail.com)

Submitted: 15.09.2023. Accepted: 09.01.2024. Published Online: 04.03.2024.

© Latypov N.A., Golubev I.O., 2024

## ВВЕДЕНИЕ

Переломы дистального метаэпифиза лучевой кости (ДМЛК) — одни из самых распространенных переломов среди пожилых людей — их доля может достигать 18% в структуре всех переломов [1]. Количество переломов ДМЛК неуклонно растет с каждым годом, и эпидемиологи предсказывают их дальнейший рост в ближайшие десятилетия [2, 3]. Консервативное лечение остается основным методом лечения данных переломов у пожилых пациентов [4]. Однако в последние десятилетия возрастает количество оперируемых пациентов, а основным методом хирургического лечения стала открытая репозиция и фиксация ладонной блокируемой пластиной [2, 5]. Несмотря на растущую популярность, эффективность хирургического лечения данной патологии у пожилых пациентов остается дискуссионной.

**Цель исследования** — определение оптимального метода лечения переломов дистального метаэпифиза лучевой кости в старшей возрастной группе пациентов на основе сравнительного анализа литературных данных о различных методах лечения.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Поиск литературы проводился в базах данных PubMed/MEDLINE, Scopus, Google Scholar, eLIBRARY. Поиск осуществлен по наличию в заголовках и резюме следующих ключевых слов, их производных и комбинаций: лечение, дистальный метаэпифиз лучевой кости, пожилые, treatment, distal radius fracture, elderly. Первичный анализ на соответствие критериям включения выполнялся по заголовкам и резюме статей, после чего проводился анализ полнотекстовых статей. Источники, полнотекстовые версии которых были недоступны, исключались из анализа. Кроме того, списки литературы найденных статей дополнительно проверялись на наличие источников, соответствующих цели публикации.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### Понятие «пожилой пациент» в травматологии и ортопедии

Понятие «пожилой пациент» не обязательно определяется физиологическими критериями, такими как минеральная плотность кости, или требованиями к качеству жизни, а скорее социальными нормами и правовым определением пенсионного возраста. В отсутствие четких критериев в гериатрической литературе возраст 65 лет принимается в качестве порогового значения [6]. В исследованиях по травматологии и ортопедии существует множество интерпретаций определения пожилой человек в зависимости от возраста (от 50 лет до 80 лет и старше). По данным обзора литературы S. Sabharwal с соавторами, большинство статей

(47%), посвященных пожилому населению, определяют их как людей 65 лет и старше [7].

### Эпидемиология

Согласно последнему опубликованному отчету НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова о травматизме в России, количество переломов предплечья среди лиц старше трудоспособного возраста росло с 2017 г. (204 818 случаев в год) по 2019 г. (217 612 случаев в год), однако снизилось в 2020 г. и составило 200 443 случая [8].

В последние десятилетия во всем мире наблюдается устойчивый рост числа переломов ДМЛК. В Дании с 1997 по 2018 г. их частота выросла на 20% [4]. Эпидемиологи предсказывают дальнейший рост числа переломов этой локализации с течением времени. Например, в Швеции частота переломов дистального отдела предплечья выросла на 23% с 1999 до 2010 г., а по прогнозам эпидемиологов, к 2050 г. вырастет еще на 38% [2]. Эпидемиологи из Великобритании предсказывают общее увеличение количества переломов ДМЛК на 23%, а в возрастной группе старше 50 лет — на 33% к 2036 г. [3]. В возрастной группе 65 лет и старше переломы ДМЛК могут составлять 18% от всех переломов [1]. Заболеваемость среди пожилых пациентов в значительной степени варьирует в разных странах. Например, среди женщин возрастной группы 80–89 лет от 515 на 100 000 населения в Великобритании [3] до более чем 1000 случаев на 100 000 населения в Финляндии [9].

Факторами риска переломов лучевой кости у пожилых пациентов является женский пол, европеоидная раса и наличие остеопороза [10]. Согласно последним эпидемиологическим исследованиям, проведенным в Швеции [5], Финляндии [9, 11], Дании [4] и Великобритании [3], риск получения перелома ДМЛК почти в 5 раз выше у женщин, чем у мужчин [3, 4, 5, 9, 11]. Стоит отметить, что частота переломов ДМЛК резко возрастает среди женщин 50–59 лет, продолжает расти почти в два раза каждые 10 лет жизни до достижения 90-летнего возраста, а частота переломов ДМЛК у пожилых мужчин остается относительно низкой, немного возрастая лишь к 80-летнему возрасту.

Имеется прямая зависимость частоты переломов ДМЛК у пожилых пациентов от погодных условий и сезона: риск получить перелом возрастает в зимнее время года, особенно при неблагоприятной погоде, которая создает условия для скольжения (средняя температура 0°C или ниже, ледяной дождь и т.п.) [9, 12].

Большинство переломов происходит в результате низкоэнергетической травмы, когда человек во время падения пытается предотвратить травму головы и туловища, выставив разогнутую руку [10, 13].

Среди пожилого населения переломы ДМЛК связаны с остеопорозом. Остеопороз является значимым фактором риска перелома лучевой кости в возрастной группе 65 лет и старше как для мужчин, так и для женщин. В России среди лиц в возрасте 50 лет и старше остеопороз выявляется у 34% женщин и 27% мужчин, а частота остеопороза составляет 43% и 44% соответственно. Частота остеопороза увеличивается с возрастом [14]. Люди, страдающие остеопорозом, получают перелом ДМЛК чаще, чем в основной популяции. В исследовании из Норвегии было показано, что среди женщин, получивших низкоэнергетический перелом лучевой кости, частота встречаемости остеопороза составила 34%, а в контрольной группе — только 10%, среди мужчин эти цифры составляли 17% и 13% соответственно [15].

Перелом ДМЛК может быть предвестником других, более серьезных переломов на фоне остеопороза, таких как перелом проксимального отдела бедренной кости, тел позвонков [16, 17]. Пациентам, имеющим в анамнезе низкоэнергетический перелом ДМЛК, следует определять минеральную плотность костей и направлять их к специалисту по остеопорозу для базовой оценки статуса [10, 18, 19].

Пациенты с остеопорозом и остеопениями получают более тяжелые внутрисуставные переломы ДМЛК, чем те, у которых минеральная плотность костей в норме. В исследовании R.A.E. Clayton с соавторами описана зависимость тяжести перелома лучевой кости от степени снижения минеральной плотности кости [20]. Наблюдалась значительная линейная корреляция между низкими показателями минеральной плотности кости и высоким риском раннего вторичного смещения, неправильного сращения перелома. Остеопороз может являться фактором риска худшего функционального результата хирургического лечения [21].

### Особенности клинического обследования

В работе L.S. Levin с соавторами отмечается, что анамнез должен включать механизм травмы (высоко- или низкоэнергетическая), информацию о доминантной руке, профессии, увлечениях и сопутствующих заболеваниях пациента. Также важно учитывать наличие деформаций от предыдущих травм, остеоартрита, которые могли нарушать функцию конечности до травмы. Важное значение имеет использование дополнительных приспособлений для передвижения (трость, ходунки и прочее) и уровень самообслуживания пациента в повседневной жизни. Все эти данные важны для понимания требований к качеству жизни пациента, что может иметь решающее значение при выборе лечебной тактики [10]. Уровень активности пациента до травмы может являться предиктором

функциональных результатов лечения. В исследовании R.C. Ноорег с соавторами выявлено, что у пациентов старше 60 лет более высокий уровень активности до травмы связан с более высокими функциональными результатами лечения [22].

В клиническом обследовании следует оценивать кровоснабжение и чувствительность травмированной конечности. Наличие онемения и парестезии в зоне иннервации срединного нерва требует особого внимания, так как острый синдром карпального канала может возникать в 5,4–8,6% от всех переломов ДМЛК [23]. Также следует обращать внимание на наличие ран, так как у пожилых пациентов кожа может быть истончена и подвержена разрывам. Это нужно учитывать во время выполнения закрытой репозиции отломков [10].

### Лечение

Целью успешного лечения переломов ДМЛК является восстановление оси конечности и получение в итоге безболезненной и функциональной конечности. В идеальных условиях стоит стремиться к восстановлению анатомической целостности лучевой кости, но для ДМЛК были выделены параметры допустимого смещения отломков, включая укорочение лучевой кости менее чем на 2 мм, наклон суставной поверхности лучевой кости во фронтальной плоскости не менее 10°, наклон суставной поверхности в сагиттальной плоскости от 10° к тылу до 20° к ладони и внутрисуставная ступень не более 2 мм [24]. Однако, согласно последним исследованиям, пациенты старшей возрастной группы, особенно с низкими требованиями к качеству жизни, могут адаптироваться к деформации ДМЛК и жить с ней [25], а рентгенологическая картина может не иметь корреляции с функциональными результатами [26].

### Консервативное лечение

Консервативное лечение переломов ДМЛК остается основным методом лечения данной патологии в старшей возрастной группе [4, 5]. Лечение переломов без смещения отломков у пожилых пациентов включает наложение гипсовой повязки и наблюдение. Несмотря на то, что переломы ДМЛК без смещения имеют меньше шансов на вторичное смещение, чем переломы со смещением, рекомендуется еженедельный клинико-рентгенологический контроль в течение 4–6 нед. для своевременного выявления возможного смещения отломков [10]. Консервативное лечение переломов ДМЛК со смещением отломков заключается в закрытой репозиции отломков, наложении гипсовой повязки и последующем наблюдении.

Для обезболивания во время закрытой репозиции отломков у данной возрастной группы используют различные методы: введение анестети-



ка в место перелома, непосредственно в гематому [10, 27], проводниковую анестезию [28], внутривенную седацию [27] и даже общую анестезию [28].

Используемый метод иммобилизации варьирует в различных исследованиях. Некоторые авторы применяют иммобилизацию короткой повязкой без фиксации локтевого сустава [27], другие — с фиксацией локтевого сустава [10]. Последние рандомизированные контролируемые исследования показывают, что гипсовая повязка с захватом локтевого сустава ничем не лучше повязки ниже локтевого сустава: различий в рентгенологических параметрах и в функциональных результатах не выявляется [29, 30, 31]. Рандомизированное контролируемое исследование, в котором сравнивалась иммобилизация в функциональном положении кистевого сустава и в положении сгибания и локтевой девиации у пациентов 65 лет и старше, выявило более выгодные отдаленные функциональные результаты в группе с фиксацией в функциональном положении. Более того, затраты на лечение пациентов с фиксацией в положении сгибания и локтевой девиации были в два раза выше за счет необходимости более длительного реабилитационного лечения [32].

M. Lafontaine с соавторами среди основных факторов, определяющих нестабильность перелома ДМЛК, указывали возраст старше 60 лет [33]. Вторичное смещение после первичной репозиции отломков встречается у пациентов возрастной группы 65 лет и старше чаще, чем у более молодых пациентов, и может достигать 89% [34]. Некоторые авторы ставят под сомнение необходимость закрытой репозиции отломков у пациентов данной возрастной группы, особенно среди людей с низкими функциональными требованиями, так как они находят ее неэффективной: в большинстве случаев первоначальная репозиция не сохраняется [28, 35]. Однако в одном из последних исследований была показана эффективность закрытой репозиции у пациентов 65 лет и старше [36]. В исследовании из Турции среди пациентов со средним возрастом 73,9 лет, получивших консервативное лечение перелома ДМЛК, 74% пациентов продемонстрировали хороший и отличный рентгенологические результаты, а 88,9% получили хороший и отличный функциональные результаты [27].

Повторная репозиция отломков после неудачной первой попытки или после вторичного смещения отломков не приводит к улучшению результатов и не рекомендуется к проведению [37, 38].

### Хирургическое лечение

Основными хирургическими методами лечения переломов ДМЛК у пожилых пациентов являются закрытая репозиция отломков и фиксация аппа-

ратом внешней фиксации (АВФ) либо спицами; открытая репозиция отломков и внутренняя фиксация ладонной блокируемой пластиной, тыльной блокируемой пластиной либо мостовидной пластиной.

Согласно большому эпидемиологическому исследованию из Дании если на рубеже XX–XXI вв. основным методом хирургического лечения пациентов 65 лет и старше была фиксация АВФ, то с 2007–2008 гг. начала резко возрастать популярность открытой репозиции и фиксации ладонной пластиной, которая на сегодняшний день является основным методом хирургического лечения [4].

### Фиксация спицами

Закрытая репозиция и фиксация спицами является простым и самым экономически эффективным методом хирургического лечения [39, 40]. Несмотря на относительно высокий уровень послеоперационных осложнений, некоторые авторы считают закрытую репозицию и фиксацию спицами эффективным методом хирургического лечения переломов ДМЛК со смещением отломков, особенно внесуставных переломов с умеренным раздроблением тыльного или ладонного кортикального слоя [39]. В рандомизированном исследовании с участием 100 пациентов, возраст которых в среднем составил 65 лет, сравнивались два метода фиксации спицами: техника Капанджи (интрафокальное введение спиц) и техника Вилленеггера (косое введение спиц через шиловидный отросток лучевой кости). Результаты оценивались как хорошие и очень хорошие для техники Капанджи и удовлетворительные и хорошие для техники Вилленеггера. Функциональные и рентгенологические результаты были статистически значимо лучше в группе, которую оперировали с помощью техники Капанджи. Стоит отметить, в этом исследовании принимали участие пациенты с переломами типов А2, А3, С1 по классификации АО. Уровень осложнений составил 30% — в основном это были проблемы с нервами и миграция спиц [39].

Рандомизированное контролируемое исследование китайских коллег, в котором сравнивались консервативное лечение пациентов 65 лет и старше (средний возраст 70 лет) методами закрытой репозиции и наложения гипсовой повязки и фиксация спицами внесуставных нестабильных переломов, показало, что рентгенологические результаты были статистически значимо лучше в группе пациентов, которых оперировали спицами, однако функциональный результат и качество жизни через год не отличались в обеих группах [41]. В другом исследовании при сравнении функциональных и рентгенологических отдаленных результатов лечения пожилых пациентов с переломами типа С1 по клас-

сификации АО не было выявлено значимых различий между группами оперированных ладонной пластиной и спицами [42].

### Фиксация аппаратом внешней фиксации

Еще одним малоинвазивным методом хирургического лечения пациентов с переломом ДМЛК является закрытая репозиция и наложение АВФ, которые могут быть дополнены введением спиц.

Многие авторы успешно применяли АВФ для лечения пациентов 65 лет и старше, получая хорошие и отличные функциональные результаты (до 87% случаев) [43]. Однако уровень осложнений может достигать 47%, чаще всего это инфекция кожи вокруг стержней [44].

В ретроспективном исследовании С. Aktekin с соавторами сравнивали функциональный и рентгенологический результаты у пациентов 65 лет и старше, которых лечили с помощью АВФ либо закрытой репозиции и фиксации гипсовой повязкой. Статистически значимо лучше в группе АВФ были лишь разгибание кисти, локтевая девиация, высота лучевой кости и наклон суставной поверхности в сагиттальной плоскости, однако другие показатели, включая уровень осложнений, результаты по опроснику DASH и движения в кистевом суставе, статистически не различались [45].

Рандомизированное контролируемое исследование пациентов 60–85 лет, сравнивающее хирургическое лечение с помощью АВФ с консервативным лечением, не выявило значимых различий в клинических результатах, несмотря на разницу в рентгенологических данных [46].

Ретроспективный анализ результатов лечения пациентов 80 лет и старше, сравнивающий фиксацию АВФ с фиксацией ладонной пластиной, показал, что рентгенологические результаты лучше, а уровень осложнений ниже в группе с использованием ладонной пластины, однако субъективные функциональные результаты с помощью опросников в этом исследовании не оценивались [47].

### Внутренняя фиксация

Одним из методов внутренней фиксации является использование тыльной блокируемой пластины. К ее преимуществам относится то, что при внутрисуставных переломах лучевой кости возможна визуализация суставной поверхности из тыльного доступа, не повреждая мощные ладонные связки, а также относительно простой доступ, удаленность крупных сосудисто-нервных стволов [10, 48]. Однако с установкой тыльных пластин сопряжен повышенный риск раздражения сухожилий разгибателей, что приводит к необходимости удаления фиксаторов в 25–33% случаев [48].

Самый часто используемый метод внутренней фиксации — это фиксация ладонной блоки-

руемой пластиной. Появление в начале 2000-х гг. современных ладонных блокируемых пластин и публикация результатов их успешного использования у пожилых пациентов обусловили возрастание популярности этого метода лечения [49, 50, 51]. На сегодняшний день до 96% всех хирургических интервенций по поводу переломов ДМЛК у пациентов 65 лет и старше — фиксация ладонной пластиной [4]. Данный метод фиксации показывает хорошие функциональные и рентгенологические результаты лечения нестабильных переломов ДМЛК среди пожилых [52, 53]. Также у пожилых пациентов при сравнении с тыльными пластинами ладонные пластины показывают функционально более выгодные результаты в объеме движений, силе кулачного хвата и уровне боли на сроке 6 мес. после операции [54]. Более того, ладонные блокируемые пластины показывают преимущества в функциональном и рентгенологическом результатах среди пожилых пациентов в сравнении с фиксацией спицами [55] и АВФ [47, 56]. Стоит отметить, что исследования по экономической эффективности различных методов лечения переломов ДМЛК у пациентов старших возрастных групп показывают, что общие затраты на лечение переломов с помощью внутренней фиксации ладонной блокируемой пластиной значительно выше, чем при других методах фиксации и консервативном лечении [40, 57, 58].

Еще одним методом внутренней фиксации является мостовидная фиксация с помощью специальной пластины, перекидывающейся через кистевой сустав, при которой используется принцип лигаментотаксиса. Обычно такие пластины удаляются на сроке 3 мес. после установки и показывают хорошие функциональные результаты [59]. Мостовидные пластины показали свою эффективность у пожилых пациентов с многооскольчатыми переломами ДМЛК и являются методом выбора при данной патологии [60].

Описана и применяется интрамедуллярная фиксация переломов ДМЛК у пожилых пациентов, однако применение этого метода фиксации остается ограниченным [61].

Гемиартропластика является одним из вариантов лечения так называемых невосстановимых переломов ДМЛК у пожилых активных пациентов, однако этот метод пока не получил широкого распространения [62].

### Костная пластика

У пожилых пациентов с остеопорозом, оскольчатыми переломами и потерей костной массы в метафизе лучевой кости после устранения смещения и восстановления длины кости для поддержания суставной поверхности и возмещения костной массы могут использоваться различные

костные ауто- и аллотрансплантаты, а также биологические и синтетические костные заменители [63]. Некоторые авторы успешно применяли синтетический гидроксиапатит у пожилых пациентов, дополняя им фиксацию спицами [64], также применяют бета-трикальцийфосфат, дополняя им фиксацию ладонной пластиной [65]. В тех случаях, когда фиксация проводится ладонной блокируемой пластиной с угловой стабильностью и восстановлен контакт крепкого ладонного кортикального слоя, использование костной пластики необязательно [63].

### Осложнения

Исследование К. Lutz с соавторами, в котором анализируется уровень осложнений после хирургического и консервативного лечения у пожилых пациентов, показало, что самыми частым осложнениями являлись нейропатия срединного нерва, инфекция области послеоперационной раны и комплексный регионарный болевой синдром. Также сообщалось о разрыве сухожилий разгибателей и рубцовом блоке сухожилий. В целом осложнения встречались чаще всего у пациентов после остеосинтеза тыльной пластиной [66].

Одно из последних рандомизированных исследований показало, что наибольшее число осложнений у пациентов возрастной группы 60 лет и старше наблюдалось после консервативного лечения из-за высокой частоты неправильного сращения. Среди хирургических методов наибольшее число осложнений наблюдалось в группе АВФ по сравнению с внутренней фиксацией ладонной пластиной и фиксацией спицами. Самым частым осложнением при фиксации спицами и АВФ была инфекция мест введения спиц или стержней, а в группе ладонной пластины — компрессионная нейропатия срединного нерва [67]. Другое рандомизированное контролируемое исследование, сравнивающее результаты хирургического (ладонная пластина) и консервативного лечения пациентов старше 65 лет, в котором уровень осложнений был выбран в качестве первичного исхода, не выявил разницы в уровне осложнений между группами [68].

Систематический обзор литературы, выполненный R.J. Diaz-Garcia с соавторами, касающийся результатов лечения нестабильных переломов ДМЛК среди пожилых пациентов, показал, что серьезные осложнения, требующие дополнительных хирургических вмешательств, случаются чаще среди пациентов, перенесших хирургическое лечение, чем среди тех, кто получил консервативное лечение [69]. Другой систематический обзор Y. Chen с соавторами, анализирующий результаты различных видов хирургического и консервативного лечения, также выявил статистически значимо более высокий уровень

осложнений, требующих хирургической коррекции, в группе оперативного вмешательства [70]. Систематические обзоры и мета-анализы, сравнивающие результаты хирургического лечения с помощью ладонной пластины и консервативного лечения среди пациентов 60 лет и старше, также не находят статистически значимой разницы в уровнях осложнений между группами [71, 72].

Частым осложнением переломов дистального отдела лучевой кости является неправильное сращение. Известно, что у молодых людей смещение костных отломков и неправильное сращение приводят к значительному нарушению функции, болям, ограничению движений, развитию посттравматического артроза кистевого сустава и требуют хирургической коррекции [73]. Однако в старшей возрастной группе многие исследователи не находят корреляции между рентгенологическим и функциональным результатами [69, 74, 75]. G.N. Nelson с соавторами показали, что даже высокоактивные пациенты старше 60 лет хорошо адаптируются к неправильно сросшемуся перелому лучевой кости, и неправильное сращение не влияет на отдаленный функциональный результат [76]. У пациентов возрастной группы 80 лет и старше также не обнаружено различий в функциональных результатах в зависимости от наличия или отсутствия неправильного сращения перелома ДМЛК [77].

Несмотря на то, что большинство пациентов пожилого возраста не имеют выраженных нарушений функции и сильных болей после консервативного лечения, видимая деформация конечности может беспокоить некоторых из них, и это должно учитываться в процессе принятия решения о лечебной тактике [10]. Однако в некоторых исследованиях все-таки была выявлена взаимосвязь между плохим функциональным результатом и неудовлетворительным рентгенологическим. Например, в исследовании К. Fujii с соавторами плохой функциональный результат был ассоциирован с укорочением лучевой кости на 6 мм и более в группе пациентов 60 лет и старше [78].

### Функциональные результаты

Имеются исследования, в которых показано, что при хирургическом лечении переломов ДМЛК у пациентов старшей возрастной группы ладонной блокируемой пластиной можно добиться более функционально и рентгенологически выгодных результатов в сравнении с консервативным лечением [53, 79, 80, 81]. Например, в недавнем рандомизированном контролируемом исследовании из Швеции сравнивались консервативное лечение и внутренняя фиксация ладонной блокируемой пластиной у пациентов со свежим нестабильным переломом ДМЛК в возрасте 75 лет и старше. Было показано, что результаты опросников DASH и

PRWE, а также сила кулачного хвата были статистически значимо лучше в группе с использованием ладонной пластины, а уровень осложнений был одинаковым в обеих группах [80].

Однако большинство исследований последних лет не выявило разницы в функциональных результатах при хирургическом или консервативном лечении, несмотря на различия в рентгенологической картине [68, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90]. В рандомизированном контролируемом исследовании R. Aroga с соавторами сравнивали функциональный и рентгенологический результаты хирургического (ладонная пластина) и консервативного лечения пациентов старше 65 лет. На сроке 12 мес. не было выявлено значимых различий в объеме движений и уровне боли. В раннем послеоперационном периоде показатели опросников DASH и PRWE были ниже в группе оперированных, однако на сроках 6 и 12 мес. различий уже не наблюдалось. Пациенты из группы оперированных имели большую силу хвата кисти на всем протяжении наблюдения. Рентгенологические результаты ожидаемо были лучше в группе оперированных, однако анатомическое восстановление целостности кости не было связано с улучшением функции и большим объемом движений. Уровень осложнений был значимо ниже в группе консервативного лечения [82]. В международном мультицентровом исследовании K.C. Chung с соавторами показали, что у пациентов возрастной группы 60 лет и старше отдаленный функциональный результат через год не зависит от метода лечения, будь то внутренняя фиксация пластиной, фиксация спицами, фиксация аппаратом внешней фиксации или консервативное лечение. Несмотря на то, что в группе консервативного лечения неправильное сращение перелома возникло в 47% случаев, функциональные результаты в данной группе были удовлетворительными [85]. В одном из последних рандомизированных контролируемых исследований, в котором сравнивались результаты лечения пациентов 65 лет и старше, также не было выявлено различий в функциональных результатах по опросникам QuickDASH и PRWE между группой хирургического лечения с помощью ладонной пластины и группой консервативного лечения [68].

Нужно отметить, что результаты исследований следует интерпретировать в контексте минимальной клинически значимой разницы. Минимальная клинически значимая разница опросника — минимальное изменение в результатах опросника, которое воспринимается пациентом как значимое изменение. Существуют методики определения этого порогового значения. Например, в одном

из исследований была определена минимальная клинически значимая разница для опросника PRWE при переломах дистального метаэпифиза лучевой кости, которая составила 11,5 баллов [91]. Для опросника DASH минимальная клинически значимая разница при переломах лучевой кости не определялась, но в исследовании после декомпрессии локтевого нерва она составила 7 баллов [92], а в исследовании при различных патологиях руки — 10,83 балла [93]. Концепция минимальной клинически значимой разницы предлагается в качестве нового стандарта для определения эффективности лечения и удовлетворенности пациента результатами лечения. Если разница в результатах между сравниваемыми группами не превышает порогового значения, то эта разница не считается клинически значимой, несмотря на то, что она может быть статистически значимой. Например, последние систематические обзоры и метаанализы, посвященные сравнению хирургического и консервативного лечения ДМЛК у пожилых пациентов, выявляют статистически значимую разницу в результатах опросника DASH между группами в 5,9 баллов [72] и в 4,03 балла [94], однако, поскольку эта разница не превышает самую низкую опубликованную минимальную клинически значимую разницу для опросника DASH, авторы делают вывод о том, что выявленная разница не имеет клинической значимости. Другие систематические обзоры и метаанализы, посвященные сравнению хирургического и консервативного лечения пациентов пожилого возраста, также не выявили разницы в отдаленных результатах между группами сравнения [69, 70, 71].

Нужно отметить, что в исследованиях ряда авторов функциональные результаты на ранних сроках наблюдения (6 нед. — 3 мес.) были лучше в группе хирургического лечения с использованием ладонной пластины [72, 82, 85]. Эффект исчезал на отдаленных сроках наблюдения (1 год), однако результаты могут свидетельствовать о том, что скорость восстановления при хирургическом вмешательстве ладонной пластиной выше, и оно может быть рекомендовано высокоактивным пациентам, людям, использующим вспомогательные средства для ходьбы, а также тем, кому принципиально важна скорость восстановления.

Более того, стоит отметить, что группы пациентов в исследованиях, систематических обзорах и метаанализах остаются гетерогенными. В большинство из них включаются пациенты с разными типами переломов, в них не учитывается уровень активности пациентов до травмы, их функциональные потребности.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На отдаленных сроках наблюдения большинство исследований показали отсутствие существенных различий в функциональных результатах между хирургическим и консервативным лечением переломов ДМЛК у пожилых пациентов, несмотря на различия в рентгенологических результатах. Поэтому для большинства пациентов данной

возрастной группы оптимальным методом лечения может быть консервативное. Хирургическое вмешательство с использованием ладонной блокируемой пластины может быть оправдано для некоторых групп пожилых пациентов, так как эта методика может ускорить их восстановление после травмы.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

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

**Этическая экспертиза.** Не применима.

**Информированное согласие на публикацию.** Не требуется.

## DISCLAIMERS

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

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

**Ethics approval.** Not applicable.

**Consent for publication.** Not required.

## ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

- Nellans K.W., Kowalski E., Chung K.C. The epidemiology of distal radius fractures. *Hand Clin.* 2012;28:113-125. doi: 10.1016/j.hcl.2012.02.001.
- Jerrhag D., Englund M., Karlsson M.K., Rosengren B.E. Epidemiology and time trends of distal forearm fractures in adults – a study of 11.2 million person-years in Sweden. *BMC Musculoskelet Disord.* 2017;18(1):240. doi: 10.1186/s12891-017-1596-z.
- Stirling E.R.B., Johnson N.A., Dias J.J. Epidemiology of distal radius fractures in a geographically defined adult population. *J Hand Surg Eur Vol.* 2018;43(9):974-982. doi: 10.1177/1753193418786378.
- Viberg B., Tofte S., Rønnegaard A.B., Jensen S.S., Karimi D., Gundtoft P.H. Changes in the incidence and treatment of distal radius fractures in adults – a 22-year nationwide register study of 276,145 fractures. *Injury.* 2023;54(7):110802. doi: 10.1016/j.injury.2023.05.033.
- Rundgren J., Bojan A., Mellstrand Navarro C., Enocson A. Epidemiology, classification, treatment and mortality of distal radius fractures in adults: an observational study of 23,394 fractures from the national Swedish fracture register. *BMC Musculoskelet Disord.* 2020;21(1):88. doi: 10.1186/s12891-020-3097-8.
- Brenner H., Arndt V. Epidemiology in aging research. *Exp Gerontol.* 2004;39(5):679-686. doi: 10.1016/j.exger.2004.02.006.
- Sabharwal S., Wilson H., Reilly P., Gupte C.M. Heterogeneity of the definition of elderly age in current orthopaedic research. *Springerplus.* 2015;4:516. doi: 10.1186/s40064-015-1307-x.
- Соломянник И.А., Загородний Н.В., Родионова С.С., Дорохин А.И., Коньшина А.В., Горбатьюк Д.С. и др. Травматизм, ортопедическая заболеваемость, организация травматолого-ортопедической помощи в Российской Федерации. Под ред. С.П. Миронова. Москва; 2022. с. 150-153.  
Solomyannik I.A., Zagorodnii N.V., Rodionova S.C., Dorokhin A.I., Kon'shina A.V., Gorbatyuk D.S. et al. Injury rate, orthopedic morbidity, organization of trauma and orthopedic care in the Russian Federation. Ed. by S.P. Mironov. Moscow; 2022. p. 150-153.
- Flinkkilä T., Sirniö K., Hippi M., Hartonen S., Ruuhela R., Ohtonen P. et al. Epidemiology and seasonal variation of distal radius fractures in Oulu, Finland. *Osteoporos Int.* 2011;22(8):2307-2312. doi: 10.1007/s00198-010-1463-3.
- Levin L.S., Rozell J.C., Pulos N. Distal Radius Fractures in the Elderly. *J Am Acad Orthop Surg.* 2017;25(3):179-187. doi: 10.5435/JAAOS-D-15-00676.
- Raudasoja L., Aspinen S., Vastamäki H., Ryhänen J., Hulkkonen S. Epidemiology and Treatment of Distal Radius Fractures in Finland – A Nationwide Register Study. *J Clin Med.* 2022;11(10):2851. doi: 10.3390/jcm11102851.
- Giladi A.M., Shauver M.J., Ho A., Zhong L., Kim H.M., Chung K.C. Variation in the Incidence of Distal Radius Fractures in the US Elderly as Related to Slippery Weather Conditions. *Plast Reconstr Surg.* 2014;133(2):321-332. doi: 10.1097/01.prs.0000436796.74305.38.
- Solvang H.W., Nordheggen R.A., Clementsen S., Hammer O.-L., Randsborg P.-H. Epidemiology of distal radius fracture in Akershus, Norway, in 2010-2011. *J Orthop Surg.* 2018;13(1):199. doi: 10.1186/s13018-018-0904-0.
- Михайлов Е.Е., Беневоленская Л.И. Эпидемиология остеопороза и переломов. В кн.: *Руководство по остеопорозу*. Под ред. Л.И. Беневоленской. Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний; 2003. p. 10-55.  
Mikhailov E.E., Benevolenskaya L.I. In: *A guide to osteoporosis*. Ed. by L.I. Benevolenskaya. Moscow: BINOM. Laboratoriya znanii; 2003. p. 10-55.
- Oyen J., Brudvik C., Gjesdal C.G., Tell G.S., Lie S.A., Hove L.M. Osteoporosis as a risk factor for distal radial fractures: a case-control study. *J Bone Joint Surg Am.* 2011;93:348-356. doi: 10.2106/JBJS.J.00303.
- Barrett-Connor E., Sajjan S.G., Siris E.S., Miller P.D., Chen Y.-T., Markson L.E. Wrist fracture as a predictor of future fractures in younger versus older postmenopausal women: results from the National Osteoporosis Risk Assessment (NORA). *Osteoporos Int.* 2008;19(5):607-613. doi: 10.1007/s00198-007-0508-8.

17. Chen C.-W., Huang T.-L., Su L.-T., Kuo Y.-C., Wu S.-C., Li C.-Y. et al. Incidence of subsequent hip fractures is significantly increased within the first month after distal radius fracture in patients older than 60 years. *J Trauma Acute Care Surg.* 2013;74(1):317-321. doi: 10.1097/ta.0b013e31824bb325.
18. Lewiecki E.M., Watts N.B., McClung M.R., Petak S.M., Bachrach L.K., Shepherd J.A. et al. Official positions of the international society for clinical densitometry. *J Clin Endocrinol Metab.* 2004;89(8):3651-3655. doi: 10.1210/jc.2004-0124.
19. Евстигнеева Л.П., Кузнецова Е.В., Низамутдинова Р.М., Васев А.В., Лаврентьев А.С. Диагностика и лечение остеопороза у пациентов старших возрастных групп после низкотравматического перелома лучевой кости. *Остеопороз и остеопатии.* 2016;19(2):22. doi: 10.14341/osteo2016222-22.
- Evstigneeva L.P., Kuznetsova E.V., Nizamutdinova R.M., Vasev A.V., Lavrent'ev A.S. Diagnosis and treatment of osteoporosis in patients of older age groups after a low-traumatic fracture of the radius. *Osteoporosis and Bone Diseases.* 2016;19(2):22. (In Russian). doi: 10.14341/osteo2016222-22
20. Clayton R.A.E., Gaston M.S., Ralston S.H., Court-Brown C.M., McQueen M.M. Association between decreased bone mineral density and severity of distal radial fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91(3):613-619. doi: 10.2106/JBJS.H.00486.
21. Fitzpatrick S.K., Casemyr N.E., Zurakowski D., Day C.S., Rozenal T.D. The effect of osteoporosis on outcomes of operatively treated distal radius fractures. *J Hand Surg.* 2012;37(10):2027-2034. doi: 10.1016/j.jhsa.2012.06.025.
22. Hooper R.C., Zhou N., Wang L., Shauver M.J., Chung K.C., WRIST Group. Pre-injury activity predicts outcomes following distal radius fractures in patients age 60 and older. *PLoS One.* 2020;15(5):e0232684. doi: 10.1371/journal.pone.0232684.
23. Niver G.E., Ilyas A.M. Carpal tunnel syndrome after distal radius fracture. *Orthop Clin North Am.* 2012;43(4):521-527. doi: 10.1016/j.ocl.2012.07.021.
24. Mauck B.M., Swiger C.W. Evidence-Based Review of Distal Radius Fractures. *Orthop Clin North Am.* 2018;49(2):211-222. doi: 10.1016/j.ocl.2017.12.001.
25. Arora R., Gabl M., Erhart S., Schmidle G., Dallapozza C., Lutz M. Aspects of Current Management of Distal Radius Fractures in the Elderly Individuals. *Geriatr Orthop Surg Rehabil.* 2011;2 (5-6):187-194. doi: 10.1177/2151458511426874.
26. Lawson A., Naylor J., Mittal R., Kale M., Xuan W., Harris I.A. Does Radiographic Alignment Correlate With Patient-Reported Functional Outcomes and Posttreatment Complications in Older Patients Treated for Wrist Fractures? *J Hand Surg.* 2023;48(6):533-543. doi: 10.1016/j.jhsa.2023.02.012.
27. Dayican A., Unal V.S., Ozkurt B., Portakal S., Nuhoglu E., Tumoz M.A. Conservative treatment in intra-articular fractures of the distal radius: a study on the functional and anatomic outcome in elderly patients. *Yonsei Med J.* 2003;44(5):836-840. doi: 10.3349/ymj.2003.44.5.836.
28. Beumer A., McQueen M.M. Fractures of the distal radius in low-demand elderly patients: closed reduction of no value in 53 of 60 wrists. *Acta Orthop Scand.* 2003;74(1): 98-100. doi: 10.1080/00016470310013743.
29. Caruso G., Tonon F., Gildone A., Andreotti M., Altavilla R., Valentini A. et al. Below-elbow or above-elbow cast for conservative treatment of extra-articular distal radius fractures with dorsal displacement: a prospective randomized trial. *J Orthop Surg.* 2019;14(1):477. doi: 10.1186/s13018-019-1530-1.
30. Gamba C., Fernandez F.A.M., Llavall M.C., Diez X.L., Perez F.S. Which immobilization is better for distal radius fracture? A prospective randomized trial. *Int Orthop.* 2017;41(9):1723-1727. doi: 10.1007/s00264-017-3518-y.
31. Park M.J., Kim J.P., Lee H.I., Lim T.K., Jung H.S., Lee J.S. Is a short arm cast appropriate for stable distal radius fractures in patients older than 55 years? A randomized prospective multicentre study. *J Hand Surg Eur Vol.* 2017;42(5):487-492. doi: 10.1177/1753193417690464.
32. Ax M., Reito A., Hevonkorpi T.P., Palola V., Kukkonen J., Luukkala T. et al. A comparison of the functional results and costs of functional cast and volar-flexion ulnar deviation cast at 2-year follow-up in 105 patients aged 65 and older with dorsally displaced distal radius fracture: A randomized controlled trial. *PLoS One.* 2023;18(4):e0283946. doi: 10.1371/journal.pone.0283946.
33. Lafontaine M., Delince P., Hardy D., Simons M. Instability of fractures of the lower end of the radius: apropos of a series of 167 cases. *Acta Orthop Belg.* 1989;55:203-216. (In French).
34. Makhni E.C., Ewald T.J., Kelly S., Day C.S. Effect of patient age on the radiographic outcomes of distal radius fractures subject to nonoperative treatment. *J Hand Surg.* 2008;33(8):1301-1308. doi: 10.1016/j.jhsa.2008.04.031.
35. Neidenbach P., Audigé L., Wilhelmi-Mock M., Hanson B., De Boer P. The efficacy of closed reduction in displaced distal radius fractures. *Injury.* 2010;41(6):592-598. doi: 10.1016/j.injury.2009.10.055.
36. Hassellund S.S., Oftebro I., Williksen J.H., Søreide E., Madsen J.E., Frihagen F. Closed reduction of dorsally displaced distal radius fractures in the elderly provided improved final radiographic results. *J Orthop Surg.* 2023;18(1):247. doi: 10.1186/s13018-023-03733-5.
37. Hoffer A.J., St George S.A., Banaszek D.K., Roffey D.M., Broekhuysen H.M., Potter J.M. If at first you don't succeed, should you try again? The efficacy of repeated closed reductions of distal radius fractures. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2023;143(8):5095-5103. doi: 10.1007/s00402-023-04904-z.
38. Schermann H., Kadar A., Dolkart O., Atlan F., Rosenblatt Y., Pritsch T. Repeated closed reduction attempts of distal radius fractures in the emergency department. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2018;138(4):591-596. doi: 10.1007/s00402-018-2904-2.
39. Strohm P.C., Müller C.A., Boll T., Pfister U. Two procedures for Kirschner wire osteosynthesis of distal radial fractures. A randomized trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86(12): 2621-2628. doi: 10.2106/00004623-200412000-00006.
40. Yoon A.P., Shauver M.J., Hutton D.W., Chung K.C., WRIST Group. Cost-Effectiveness of Treatments after Closed Extraarticular Distal Radius Fractures in Older Adults from the WRIST Clinical Trial. *PLast Reconstr Surg.* 2021;147(2):240e-252e. doi: 10.1097/PRS.00000000000007528.
41. Wong T.C., Chiu Y., Tsang W.L., Leung W.Y., Yam S.K., Yeung S.H. Casting versus percutaneous pinning for extra-articular fractures of the distal radius in an elderly Chinese population: a prospective randomised controlled trial. *J Hand Surg Eur Vol.* 2010;35(3):202-208. doi: 10.1177/1753193409339941.

42. Yigit Ş. Comparative results of radius distal AO type C1 fractures of elderly women by two different techniques. *Acta Bio-Medica Atenei Parm.* 2020;91(2):315-321. doi: 10.23750/abm.v91i2.8712.
43. Ochman S., Frerichmann U., Armsen N., Raschke M.J., Meffert R.H. Is use of the fixateur externe no longer indicated for the treatment of unstable radial fracture in the elderly? *Unfallchirurg.* 2006;109(12):1050-1057. (In German). doi: 10.1007/s00113-006-1166-6.
44. Atroshi I., Brogren E., Larsson G.-U., Kloow J., Hofer M., Berggren A.-M. Wrist-bridging versus non-bridging external fixation for displaced distal radius fractures: a randomized assessor-blind clinical trial of 38 patients followed for 1 year. *Acta Orthop.* 2006;77(3):445-453. doi: 10.1080/17453670610046389.
45. Aktekin C.N., Altay M., Gursoy Z., Aktekin L.A., Ozturk A.M., Tabak A.Y. Comparison between external fixation and cast treatment in the management of distal radius fractures in patients aged 65 years and older. *J Hand Surg.* 2010;35(5):736-742. doi: 10.1016/j.jhsa.2010.01.028.
46. Földhazy Z., Ahrengart L. External fixation versus closed treatment of displaced distal radial fractures in elderly patients: a randomized controlled trial. *Curr Orthop Pract.* 2010;21(3):288-295. doi: 10.1097/BCO.0b013e3181cd6513.
47. Huang Y.-Y., Lin T.-Y., Chen C.-H., Chou Y.-C., Su C.-Y. Surgical outcomes of elderly patients aged more than 80 years with distal radius fracture: comparison of external fixation and locking plate. *BMC Musculoskelet Disord.* 2020;21(1):91. doi: 10.1186/s12891-020-3101-5.
48. Geissler W.B. Management Distal Radius and Distal Ulnar Fractures with Fragment Specific Plate. *J Wrist Surg.* 2013;2(2):190-194. doi: 10.1055/s-0033-1341409.
49. Beharrie A.W., Beredjiklian P.K., Bozentka D.J. Functional outcomes after open reduction and internal fixation for treatment of displaced distal radius fractures in patients over 60 years of age. *J Orthop Trauma.* 2004;18(10):680-686. doi: 10.1097/00005131-200411000-00005.
50. Jupiter J.B., Ring D., Weitzel P.P. Surgical treatment of redisplaced fractures of the distal radius in patients older than 60 years. *J Hand Surg.* 2002;27(4):714-723. doi: 10.1053/jhsu.2002.34007.
51. Orbay J.L., Fernandez D.L. Volar fixed-angle plate fixation for unstable distal radius fractures in the elderly patient. *J Hand Surg.* 2004;29(1):96-102. doi: 10.1016/j.jhsa.2003.09.015.
52. Figl M., Weninger P., Jurkowitsch J., Hofbauer M., Schauer J., Leixnering M. Unstable distal radius fractures in the elderly patient – volar fixed-angle plate osteosynthesis prevents secondary loss of reduction. *J Trauma.* 2010;68(4):992-998. doi: 10.1097/TA.0b013e3181b99f71.
53. Martinez-Mendez D., Lizaur-Utrilla A., de-Juan-Herrero J. Intra-articular distal radius fractures in elderly patients: a randomized prospective study of casting versus volar plating. *J Hand Surg Eur Vol.* 2018;43(2):142-147. doi: 10.1177/1753193417727139.
54. Jakubietz R.G., Gruenert J.G., Kloss D.F., Schindele S., Jakubietz M.G. A randomised clinical study comparing palmar and dorsal fixed-angle plates for the internal fixation of AO C-type fractures of the distal radius in the elderly. *J Hand Surg Eur Vol.* 2008;33(5):600-604. doi: 10.1177/1753193408094706.
55. Marcheix P.S., Dotzis A., Benkö P.E., Siegler J., Arnaud J.P., Charissoux J.L. Extension fractures of the distal radius in patients older than 50: a prospective randomized study comparing fixation using mixed pins or a palmar fixed-angle plate. *J Hand Surg Eur Vol.* 2010;35(8):646-651. doi: 10.1177/1753193410364179.
56. Schmelzer-Schmied N., Wieloch P., Martini A.K., Daecke W. Comparison of external fixation, locking and non-locking palmar plating for unstable distal radius fractures in the elderly. *Int Orthop.* 2009;33(3):773-778. doi: 10.1007/s00264-007-0504-9.
57. Mellstrand Navarro C., Brolund A., Ekholm C., Heintz E., Hoxha Ekström E., Josefsson P.O. et al. Treatment of radius or ulna fractures in the elderly: A systematic review covering effectiveness, safety, economic aspects and current practice. *PloS One.* 2019;14(3):e0214362. doi: 10.1371/journal.pone.0214362.
58. Franovic S., Pietroski A.D., Druskovich K., Page B., Burdick G.B., Fathima B. et al. A Cost-Effectiveness Analysis of the Various Treatment Options for Distal Radius Fractures. *J Hand Surg Glob Online.* 2022;5(2):169-177. doi: 10.1016/j.jhsg.2022.11.007.
59. Lauder A., Agnew S., Bakri K., Allan C.H., Hanel D.P., Huang J.I. Functional Outcomes Following Bridge Plate Fixation for Distal Radius Fractures. *J Hand Surg.* 2015;40(8):1554-1562. doi: 10.1016/j.jhsa.2015.05.008.
60. Richard M.J., Katolik L.I., Hanel D.P., Wartinbee D.A., Ruch D.S. Distraction plating for the treatment of highly comminuted distal radius fractures in elderly patients. *J Hand Surg.* 2012;37(5):948-956. doi: 10.1016/j.jhsa.2012.02.034.
61. Falk S.S.I., Mittlmeier T., Gradl G. Results of geriatric distal radius fractures treated by intramedullary fixation. *Injury.* 2016;47 Suppl 7:S31-S35. doi: 10.1016/S0020-1383(16)30851-8.
62. Anger F., Legré R., Nguyen M.K. Results of wrist hemiarthroplasty for comminuted distal radius fractures in independent elderly people: A retrospective study on eleven patients. *Hand Surg Rehabil.* 2019;38(3):150-156. doi: 10.1016/j.hansur.2018.11.004.
63. Ozer K., Chung K.C. The use bone grafts and substitutes in the treatment of distal radius fractures. *Hand Clin.* 2012;28(2):217-223. doi: 10.1016/j.hcl.2012.02.004.
64. Hegde C., Shetty V., Wasnik S., Ahammed I., Shetty V. Use of bone graft substitute in the treatment for distal radius fractures in elderly. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2013;23(6):651-656. doi: 10.1007/s00590-012-1057-1.
65. Funayama T., Noguchi H., Kumagai H., Sato K., Yoshioka T., Yamazaki M. Unidirectional porous beta-tricalcium phosphate and hydroxyapatite artificial bone: a review of experimental evaluations and clinical applications. *J Artif Organs.* 2021;24(2):103-110. doi: 10.1007/s10047-021-01270-8.
66. Lutz K., Yeoh K.M., MacDermid J.C., Symonette C., Grewal R. Complications associated with operative versus nonsurgical treatment of distal radius fractures in patients aged 65 years and older. *J Hand Surg.* 2014;39(7):1280-1286. doi: 10.1016/j.jhsa.2014.04.018.
67. Chung K.C., Malay S., Shauver M.J., Kim H.M., WRIST Group. Assessment of Distal Radius Fracture Complications Among Adults 60 Years or Older: A Secondary Analysis of the WRIST Randomized Clinical Trial. *JAMA Netw Open.* 2019;2(1):e187053. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2018.7053.

68. Thorninger R., Wæver D., Tjørnild M., Lind M., Rölfing J.D. VOLCON: a randomized controlled trial investigating complications and functional outcome of volar plating vs casting of unstable distal radius fractures in patients older than 65 years. *J Orthop Traumatol.* 2022;23(1):54. doi: 10.1186/s10195-022-00673-4.
69. Diaz-Garcia R.J., Oda T., Shauver M.J., Chung K.C. A Systematic Review of Outcomes and Complications of Treating Unstable Distal Radius Fractures in the Elderly. *J Hand Surg.* 2011;36(5):824-835.e2. doi: 10.1016/j.jhsa.2011.02.005.
70. Chen Y., Chen X., Li Z., Yan H., Zhou F., Gao W. Safety and Efficacy of Operative Versus Nonsurgical Management of Distal Radius Fractures in Elderly Patients: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Hand Surg.* 2016;41(3):404-413. doi: 10.1016/j.jhsa.2015.12.008.
71. Li Q., Ke C., Han S., Xu X., Cong Y.-X., Shang K. et al. Nonoperative treatment versus volar locking plate fixation for elderly patients with distal radial fracture: a systematic review and meta-analysis. *J Orthop Surg.* 2020;15(1):263. doi: 10.1186/s13018-020-01734-2.
72. Stephens A.R., Presson A.P., McFarland M.M., Zhang C., Sirniö K., Mulders M.A.M. et al. Volar Locked Plating Versus Closed Reduction and Casting for Acute, Displaced Distal Radial Fractures in the Elderly: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Bone Joint Surg Am.* 2020;102(14):1280-1288. doi: 10.2106/JBJS.19.01442.
73. Голубев И.О., Крупаткин А.И., Максимов А.А., Меркулов М.В., Бушуев О.М., Ширяева Г.Н. и др. Хирургическое лечение неправильно сросшихся переломов дистального метаэпифиза лучевой кости. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2013;20(3):51-58. doi: 10.17816/vto201320351-58.  
Golubev I.O., Krupatkin A.I., Maksimov A.A., Merkulov M.V., Bushuev O.M., Shiryayeva G.N. et al. Surgical Treatment of Malunited Fractures of Radius Distal Metaepiphysis. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics.* 2013;20(3):51-58. (In Russian). doi: 10.17816/vto201320351-58.
74. Amorosa L.F., Vitale M.A., Brown S., Kaufmann R.A. A functional outcomes survey of elderly patients who sustained distal radius fractures. *Hand (N Y).* 2011;6(3):260-267. doi: 10.1007/s11552-011-9327-7.
75. Jaremko J.L., Lambert R.G.W., Rowe B.H., Johnson J.A., Majumdar S.R. Do radiographic indices of distal radius fracture reduction predict outcomes in older adults receiving conservative treatment? *Clin Radiol.* 2007;62(1):65-72. doi: 10.1016/j.crad.2006.08.013.
76. Nelson G.N., Stepan J.G., Osei D.A., Calfee R.P. The Impact of Patient Activity Level on Wrist Disability after Distal Radius Malunion in Older Adults. *J Orthop Trauma.* 2015;29(4):195-200. doi: 10.1097/BOT.0000000000000235.
77. Clement N.D., Duckworth A.D., Court-Brown C.M., McQueen M.M. Distal radial fractures in the superelderly: does malunion affect functional outcome? *ISRN Orthop.* 2014;2014:189803. doi: 10.1155/2014/189803.
78. Fujii K., Henmi T., Kanematsu Y., Mishihiro T., Sakai T., Terai T. Fractures of the distal end of radius in elderly patients: a comparative study of anatomical and functional results. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2002;10(1):9-15. doi: 10.1177/230949900201000103.
79. Hung L.P., Leung Y.F., Ip W.Y., Lee Y.L. Is locking plate fixation a better option than casting for distal radius fracture in elderly people? *Hong Kong Med J.* 2015;21:407-410. doi: 10.12809/hkmj144440.
80. Saving J., Severin Wahlgren S., Olsson K., Enocson A., Ponzer S., Sköldenberg O. et al. Nonoperative Treatment Compared with Volar Locking Plate Fixation for Dorsally Displaced Distal Radial Fractures in the Elderly: A Randomized Controlled Trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2019;101(11):961-969. doi: 10.2106/JBJS.18.00768.
81. Sirniö K., Leppilahti J., Ohtonen P., Flinkkilä T. Early palmar plate fixation of distal radius fractures may benefit patients aged 50 years or older: a randomized trial comparing 2 different treatment protocols. *Acta Orthop.* 2019;90(2):123-128. doi: 10.1080/17453674.2018.1561614.
82. Arora R., Lutz M., Deml C., Krappinger D., Haug L., Gabl M. A prospective randomized trial comparing nonoperative treatment with volar locking plate fixation for displaced and unstable distal radial fractures in patients sixty-five years of age and older. *J Bone Joint Surg Am.* 2011;93(23):2146-2153. doi: 10.2106/JBJS.J.01597.
83. Arora R., Gabl M., Gschwentner M., Deml C., Krappinger D., Lutz M. A comparative study of clinical and radiologic outcomes of unstable colles type distal radius fractures in patients older than 70 years: nonoperative treatment versus volar locking plating. *J Orthop Trauma.* 2009;23(4):237-242. doi: 10.1097/BOT.0b013e31819b24e9.
84. Bartl C., Stengel D., Bruckner T., Gebhard F., ORCHID Study Group. The treatment of displaced intra-articular distal radius fractures in elderly patients. *Dtsch Arzteblatt Int.* 2014;111(46):779-787. doi: 10.3238/arztebl.2014.0779.
85. Chung K.C., Kim H.M., Malay S., Shauver M.J., Wrist and Radius Injury Surgical Trial Group. The Wrist and Radius Injury Surgical Trial: 12-Month Outcomes from a Multicenter International Randomized Clinical Trial. *Plast Reconstr Surg.* 2020;145(6):1054e-1066e. doi: 10.1097/PRS.00000000000006829.
86. Hassellund S.S., Williksen J.H., Laane M.M., Pripp A., Rosales C.P., Karlsen Ø. et al. Cast immobilization is non-inferior to volar locking plates in relation to QuickDASH after one year in patients aged 65 years and older: a randomized controlled trial of displaced distal radius fractures. *Bone Jt J.* 2021;103-B(2):247-255. doi: 10.1302/0301-620X.103B2.BJJ-2020-0192.R2.
87. Lawson A., Naylor J., Buchbinder R., Ivers R., Balogh Z., Smith P. et al. A Combined Randomised and Observational Study of Surgery for Fractures In the distal Radius in the Elderly (CROSSFIRE): a statistical analyses plan. *Trials.* 2020;21(1):651. doi: 10.1186/s13063-020-4228-0.
88. Shaikh S.A., Tahir M., Ahmed N., Maniglio M. Conservative management versus volar plating for dorsally displaced distal radius fractures in the elderly: A randomized control trial. *Pak J Med Sci.* 2023;39(3):891-897. doi: 10.12669/pjms.39.3.6522.
89. Tahir M., Khan Zimri F., Ahmed N., Rakhio Jamali A., Mehboob G., Watson K.R. et al. Plaster immobilization versus anterior plating for dorsally displaced distal radial fractures in elderly patients in Pakistan. *J Hand Surg Eur Vol.* 2021;46(6):647-653. doi: 10.1177/1753193420977780.
90. Testa G., Vescio A., Di Masi P., Bruno G., Sessa G., Pavone V. Comparison between Surgical and Conservative Treatment for Distal Radius Fractures in Patients over 65 Years. *J Funct Morphol Kinesiol.* 2019;4(2):26. doi: 10.3390/jfmk4020026.



91. Walenkamp M.M., de Muinck Keizer R.J., Goslings J.C., Vos L.M., Rosenwasser M.P., Schep N.W. The Minimum Clinically Important Difference of the Patient-rated Wrist Evaluation Score for Patients With Distal Radius Fractures. *Clin Orthop*. 2015;473(10):3235-3241. doi: 10.1007/s11999-015-4376-9.
92. Malay S., SUN Study Group, Chung K.C. The minimal clinically important difference after simple decompression for ulnar neuropathy at the elbow. *J Hand Surg Am*. 2013;38(4):652-659. doi: 10.1016/j.jhssa.2013.01.022.
93. Franchignoni F., Vercelli S., Giordano A., Sartorio F., Bravini E., Ferriero G. Minimal clinically important difference of the disabilities of the arm, shoulder and hand outcome measure (DASH) and its shortened version (QuickDASH). *J Orthop Sports Phys Ther*. 2014;44(1): 30-39. doi: 10.2519/jospt.2014.4893.
94. Gutiérrez-Espinoza H., Araya-Quintanilla F., Olguín-Huerta C., Gutiérrez-Monclus R., Valenzuela-Fuenzalida J., Román-Veas J. et al. Effectiveness of surgical versus conservative treatment of distal radius fractures in elderly patients: A systematic review and meta-analysis. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2022;108(5):103323. doi: 10.1016/j.otsr.2022.103323.

---

#### Сведения об авторах

✉ Латыпов Нияз Альбертович  
 Адрес: Россия, 127299, г. Москва, ул. Приорова, д. 10  
<https://orcid.org/0000-0001-6309-7119>  
 e-mail: niyaz.a.latypov@gmail.com  
 Голубев Игорь Олегович — д-р мед. наук, профессор  
<https://orcid.org/0000-0002-1291-5094>  
 e-mail: Iog305@mail.ru

---

#### Authors' information

✉ Niyaz A. Latypov  
 Address: 10, Priorova st., Moscow, 127299, Russia  
<https://orcid.org/0000-0001-6309-7119>  
 e-mail: niyaz.a.latypov@gmail.com  
 Igor O. Golubev — Dr. Sci. (Med.), Professor  
<https://orcid.org/0000-0002-1291-5094>  
 e-mail: Iog305@mail.ru

## Этимология термина «неврома Мортон»: обзор литературы

Д.А. Большакова<sup>1,2</sup>, А.А. Карданов<sup>1</sup>, М.Н. Майсигов<sup>1</sup>, А.В. Королев<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), г. Москва, Россия

<sup>2</sup> ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы», г. Москва, Россия

### Реферат

**Актуальность** проблемы объясняется высоким уровнем заболеваемости и необходимостью верификации диагноза у смежных специалистов: врачей ультразвуковой диагностики, рентгенологов, травматологов, патологоанатомов, а также существенными трудностями в маршрутизации пациентов и высокой вероятностью первичного обращения к неврологам, нейрохирургам, врачам общей практики. В современной отечественной литературе невромы всех межпальцевых промежутков отождествляют с невромой Мортон.


**Цель** — определение корректности современной медицинской терминологии, в частности термина «неврома Мортон», выявление спектра эпонимов, неприемлемых для коммуникации со смежными специалистами и пациентами, восполнение исторического пробела и привлечение научной медицинской общественности к дискуссии на данную тему.


**Материал и методы.** Для обзора литературы по данной тематике было отобрано 40 статей, опубликованных в период с 1845 по 2022 г. Информационный поиск выполняли в базах PubMed/MEDLINE и eLIBRARY.

**Результаты.** На основании анализа литературных источников освещены вопросы эволюции, истории и этимологии ряда терминов, используемых для обозначения невромы межплюсневового промежутка. Выявлено, что ряд эпонимов, применяемых для обозначения невром, исторически неточны. Сообщения о «фиброзе нерва» встречались до внедрения термина «неврома», однако большинство авторов популяризировали именно термин «невромы Мортон».

**Заключение.** Очевидное противоречие между этиопатогенезом и названием «неврома» может вносить путаницу в работу врачей-клиницистов и диагностов. По нашему мнению, заболевание, именуемое в наши дни «неврома Мортон», должно носить название «фиброз третьего подошвенного пальцевого нерва», а именные термины, обозначающие номер соответствующего межпальцевого промежутка, необходимо заменить на номер соответствующего общего пальцевого нерва.

**Ключевые слова:** неврома Мортон, межпальцевая неврома, подошвенный пальцевой нерв.

 **Для цитирования:** Большакова Д.А., Карданов А.А., Майсигов М.Н., Королев А.В. Этимология термина «неврома Мортон»: обзор литературы. *Травматология и ортопедия России*. 2024;30(1):142-149.  
<https://doi.org/10.17816/2311-2905-15528>.

 **Большакова Дарья Артуровна;** e-mail: [dasha.bolsh@gmail.com](mailto:dasha.bolsh@gmail.com)

Рукопись получена: 16.08.2023. Рукопись одобрена: 30.11.2023. Статья опубликована: 18.03.2024.

© Большакова Д.А., Карданов А.А., Майсигов М.Н., Королев А.В., 2024



## “Morton’s Neuroma” – Term Etymology: A Review

Daria A. Bolshakova<sup>1,2</sup>, Andrey A. Kardanov<sup>1</sup>, Musa N. Maysigov<sup>1</sup>, Andrey V. Korolev<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> European Clinic of Sports Traumatology and Orthopedics (ECSTO), Moscow, Russia

<sup>2</sup> Peoples’ Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

### Abstract

**Background.** The urgency of the problem is explained by a high morbidity rate and the need to verify the diagnosis with related specialists (ultrasound physicians, radiologists, trauma surgeons, pathologists), as well as by significant difficulties in patient routing and high probability of primary referral to neurologists, neurosurgeons, and general practitioners. In modern Russian literature, neuromas of all interdigital spaces are identified with Morton’s neuroma.

**Aim of the review** was to determine the accuracy of modern medical terminology, in particular of the term «Morton’s neuroma», to reveal the spectrum of eponyms unacceptable for communication with related specialists and patients, to fill the historical gap and to attract the scientific medical community to discussion on this topic.

**Methods.** We identified 40 articles on this topic published from 1845 to 2022. The search was performed in PubMed/MEDLINE and eLIBRARY databases.

**Results.** Evolution, history, and etymology of several terms used for intermetatarsal neuroma are covered in the study, based on the analysis of literature sources. It has been found that a number of eponyms used to designate neuromas are historically inaccurate. In addition, we have discovered that the reports of «nerve fibrosis» were encountered prior to the introduction of the term «neuroma». However, most authors have popularized the nominal term «Morton’s neuromas».

**Conclusions.** An obvious contradiction between the etiopathogenesis of neuroma and the term itself can be confusing for clinicians and diagnosticians. In our opinion, the disease known nowadays as «Morton’s neuroma» should be named «fibrosis of the plantar nerve of the third toe», and the name terms denoting the number of the corresponding interdigital space should be replaced by the number of the corresponding common plantar digital nerve.

**Keywords:** Morton’s neuroma, interdigital neuroma, plantar digital nerve.

**Cite as:** Bolshakova D.A., Kardanov A.A., Maysigov M.N., Korolev A.V. “Morton’s Neuroma” – Term Etymology: A Review. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2024;30(1):142-149. (In Russian).  
<https://doi.org/10.17816/2311-2905-15528>.

✉ Daria A. Bolshakova; e-mail: [dasha.bolsh@gmail.com](mailto:dasha.bolsh@gmail.com)

Submitted: 16.08.2023. Accepted: 30.11.2023. Published: 18.03.2024.

© Bolshakova D.A., Kardanov A.A., Maysigov M.N., Korolev A.V., 2024

## ВВЕДЕНИЕ

Неврома Мортона — один из самых ярких примеров номенклатурной проблемы в хирургии стопы и голеностопного сустава. На ранних этапах изучения заболевания медицинская номенклатура преимущественно включала в себя имя автора, не отражая при этом этиологию и патогенез. Подобная терминология неразрывно связана с современной медициной и интегрирована в процесс принятия текущих клинических решений.

В современной отечественной и зарубежной литературе можно встретить ряд синонимов, обозначающих поражение подошвенного нерва в третьем межпальцевом промежутке: неврома Чивинини, синдром Чивинини–Мортона, метатарзалгия Мортона, болезнь Мортона, межпальцевая неврома, межплюсневая неврома, неврома и невринома Мортона [1, 2, 3, 4, 5]. Последнее в глазах пациента, а зачастую и клиницистов, является двумя разными заболеваниями. Также используют ряд эпонимов, обозначающих невромы других подошвенных нервов: медиального подошвенного нерва — неврома Джоплина (Joplin), первого межплюсневого промежутка — неврома Хойтера (Heuter), второго межплюсневого промежутка — неврома Хаузера (Hauser), четвертого межплюсневого промежутка — неврома Изелина (Iselin) [5, 6] (рис. 1).

Начиная с первой половины XIX в. изучение болезненных состояний, связанных с передним отделом стопы, стало выходить на новый уровень и описываться в научных журналах. Однако дальнейшие исследования использовали номенклатуру, принятую еще в начале XX в., что послужило основой для формирования стойких стереотипов терминологии.

**Цель обзора** — определить корректность современной медицинской терминологии; выявить спектр эпонимов, неприемлемых для коммуникации со смежными специалистами и пациентами; восполнить исторический пробел и привлечь научную общественность к дискуссии на данную тему.



**Рис. 1.** Схема иннервации стопы и эпонимы невром подошвенных пальцевых нервов:

- 1 — медиальный подошвенный пальцевый нерв (неврома Джоплина);
- 2 — первый общий подошвенный пальцевый нерв (неврома Хойтера);
- 3 — второй общий подошвенный пальцевый нерв (неврома Хаузера);
- 4 — третий общий подошвенный пальцевый нерв (неврома Мортона или неврома Чивинини);
- 5 — общий подошвенный пальцевый нерв (неврома Изелина)

**Fig. 1.** Innervation and eponyms of neuromas of plantar digital nerves:

- 1 — medial plantar digital nerve (Joplin's neuroma);
- 2 — first common plantar digital nerve (Heuter's neuroma);
- 3 — second common plantar digital nerve (Hauser's neuroma);
- 4 — third common plantar digital nerve (Morton's neuroma or Civinini's neuroma);
- 5 — common plantar digital nerve (Iselin's neuroma)

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для обзора литературы было отобрано 40 статей, опубликованных в период с 1845 по 2022 г. Информационный поиск выполняли в базах PubMed/MEDLINE и eLIBRARY.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

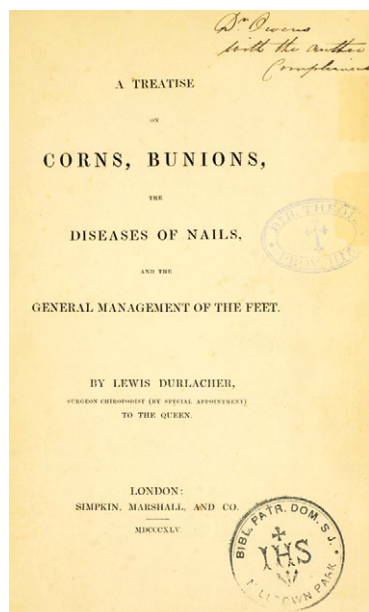
Наиболее часто встречается неврома в третьем межпальцевом промежутке [7]. Впервые утолщение третьего подошвенного межпальцевого нерва было обнаружено итальянским анатомом Ф. Чивинини (F. Civinini) при исследовании кадаверного материала [цит. по 1]. В работе “Su di un gangliare rigonfiamento della pīnata del piede”, датированной сентябрем 1835 г. и обнаруженной только в 1983 г. при реконструкции больничной библиотеки, Ф. Чивинини описывает веретенообразную припухлость третьего подошвенного пальцевого нерва [8, 9].

Спустя десять лет после сообщения Ф. Чивинини, в 1845 г., хиропрактик королевы Виктории Л. Дюрлахер (L. Durlacher) опубликовал свои тезисы о лечении этого заболевания [10] (рис. 2).

В 1876 г. американский хирург-ортопед Томас Мортон (Thomas G. Morton), чье имя носит данное заболевание, опубликовал серию наблюдений из 16 пациентов. Он описал то, что, по его мнению, было невралгией в проекции четвертого плюснефалангового сустава, которую он лечил путем резекции этого сустава и прилегающих мягких тканей, включая общий подошвенный пальцевый нерв (рис. 3) [цит. по 11]. Вместе с тем следует подчеркнуть, что Мортону было уместно считать эту увеличенную часть нерва невралгией. Гистологическое исследование резецированного нерва получило широкое распространение только во второй половине XX в. [2].

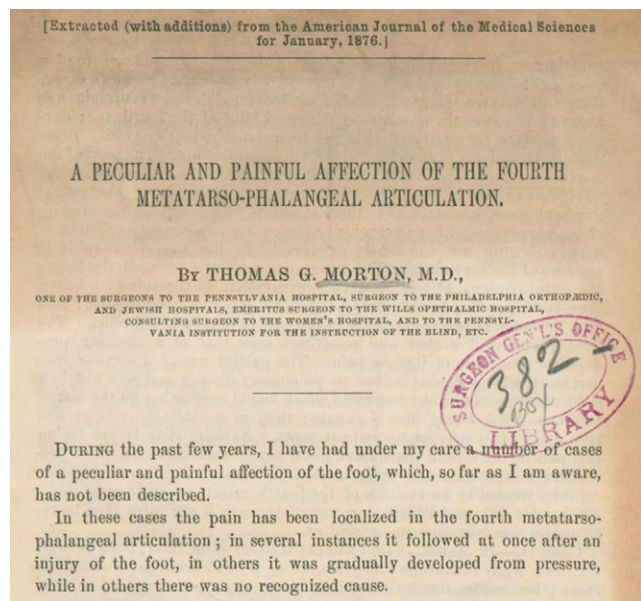
Сам термин «неврома» в качестве диагноза впервые употребил R.K. Sandel в 1958 г. в статье для американского подиатрического журнала [12].





**Рис. 2.** Оригинальная работа L. Durlacher “A Concise Treatise on Corns, Bunions, and the Disorders of Nails. With Advice for the General Management of Feet”

**Fig. 2.** Original article of L. Durlacher “A Concise Treatise on Corns, Bunions, and the Disorders of Nails. With Advice for the General Management of Feet”



**Рис. 3.** Оригинальная статья Томаса Мортон “A Peculiar and Painful Affection of the Fourth Metatarso-Phalangeal Articulation” из журнала “The American Journal of the Medical Sciences”

**Fig. 3.** Original article of Thomas Morton “A Peculiar and Painful Affection of the Fourth Metatarso-Phalangeal Articulation” from “The American Journal of the Medical Sciences”

По нашему мнению, ярким примером номенклатурного заблуждения служит тот факт, что фамилию Мортон носит и другая патология стопы — брахиметатарзия первой плюсневой кости, также известная как стопа Мортон, синдром Мортон, палец Мортон [13, 14, 15]. Своим названием она обязана однофамильцу вышеупомянутого Томаса Мортон — Дадли Джо Мортону (D.J. Morton), который в 1927 г. описал симптомокомплекс, приводящий к вальгусному отклонению первого пальца. Однако в ранних статьях, посвященных невrome Мортон, термины «палец Мортон» и «стопа Мортон» встречаются относительно часто как тождественное невrome понятие [13, 16, 17]. Стопа Мортон характеризуется врожденной короткой и гипертрофированной первой плюсневой костью, гипермобильностью медиального плюснеклиновидного сустава, гиперкератозами под головками второй и третьей плюсневых костей и не имеет абсолютно никакого отношения к одноименной невrome [18].

Неврому медиального подошвенного пальцевого нерва в отечественной и зарубежной литературе принято называть невромой Джоплина [19, 20]. Роберт Дж. Джоплин (R.J. Joplin) в 1971 г. на первом ежегодном собрании Американского общества хирургов стопы в Чикаго описал серию из 265 случаев поражения медиального подошвенного нерва. Хроническое повреждение медиального подошвенного пальцевого нерва, по мнению автора, вызвано избыточным давлением, инициированным вальгусной деформацией или хирургическим вмешательством, проведенным для исправления деформации. Увеличенную длину медиального подошвенного пальцевого нерва по отношению к медиальной сесамовидной кости Р.Дж. Джоплин лечил путем резекции медиального подошвенного пальцевого нерва и последующей фиксации к *m. abductor hallucis brevis* [19, 20]. Гистологический анализ продемонстрировал «утолщенные фиброзные стенки», окружающие нерв. Диагноз Р.Дж. Джоплин формулировал как «периневральный фиброз соответствующего пальцевого нерва» [цит. по 6].

Неврома первого межпальцевого промежутка в литературе носит название Хойтера [5]. Немецкий ортопед К. Хойтер (K. Neuter) в 1870 г. описал болезненный экзостоз головки первой плюсневой кости, назвав эту патологию *hallux valgus* [цит. по 21]. Для данного заболевания характерны выраженные болевые ощущения по медиальной и латеральной сторонам первого плюснефалангового сустава. Возможно, поэтому этот эпоним был дан боли, связанной с общим подошвенным пальцевым нервом первого межпальцевого промежутка, прилегающего к латеральной сесамовидной кости [6].

Неврома второго межплюсневого промежутка названа по фамилии Е.Д. Хаузера (E.D. Hauser) — ортопеда из США, который в 1971 г. описал серию пациентов с межпальцевой невромой. Он описал 116 патологических изменений нерва у 96 женщин и у 4 мужчин. Около 60% пациентов были в возрасте от 40 до 60 лет. В исследовании Е.Д. Хаузера неврома наблюдалась во втором межпальцевом промежутке у 52% пациентов, в третьем — у 44% пациентов, в четвертом — у 4% [6, 22].

Неврома четвертого межплюсневого промежутка получила свое название в честь Изелина (Iselin), ортопеда, описавшего в 1912 г. тракционный апофизит основания пятой плюсневой кости у подростков в момент появления вторичного очага окостенения основания пятой плюсневой кости (рис. 4). Для данного заболевания характерна боль в области внешнего края средней части стопы, которая усиливается при повышенной физической нагрузке (бег, прыжки, танцы) [цит. по 23]. По мнению Э.Э. Ларсон (E.E. Larson) с соавторами, в дальнейшем имя хирурга стало ассоциироваться с невропатической болью в четвертом межпальцевом промежутке, что и привело к появлению термина «неврома Изелина» [6].



**Рис. 4.** Пример невромы Изелина (двухсторонний тракционный апофизит основания пятой плюсневой кости) у профессиональной гимнастки 11 лет

**Fig. 4.** An example of Iselin neuroma (bilateral traction apophysitis of the base of the fifth metatarsal bone) in 11 years old professional female gymnast

## ОБСУЖДЕНИЕ

Эволюция термина «неврома Мортон» тесно переплетена с историей хирургического лечения. Сам Т. Мортон использовал термин «невралгия», а название и содержание его работы “A Peculiar and A Painful Affection of the Fourth Metatarso-Phalangeal Joint” можно перевести как «Специфическое и болезненное поражение четвертого плюснефалангового сустава». Т. Мортон, считавший патогенезом заболевания костную патологию, успешно лечил пациентов иссечением четвертого плюснефалангового сустава [11].

В 1897 г. сэр Р. Джонс (R. Jones) также использовал термин «подошвенная невралгия», при этом описав три ее степени, где третья, или тяжелая, включает случаи, когда симптомы проявляются идиопатически или после травмы, носят стойкий характер и в итоге инвалидизируют пациента. Р. Джонс выдвинул теорию прямого давления на подошвенные пальцевые нервы между подошвой и поперечными плюсневыми связками. В качестве метода лечения он рассматривал удаление головки плюсневой кости или плюснефалангового сустава, ампутацию пальца стопы [24]. А. Ходли (A.E. Hoadley) в 1893 г. описал технику удаления невромы, включающую ревизию пораженного межпальцевого промежутка из подошвенного доступа и резекцию части нерва [25]. Впрочем, современники восприняли суставосберегающую операцию без энтузиазма. Т. Мортон в 1893 г. критикует подобный подход как «more difficult and less certain than that to be recommended, does not prevent recurrence should the nerves regenerate», что можно перевести как «более трудный и менее прогнозируемый способ может стать причиной рецидива при регенерации нерва» [26]. Почти через 15 лет А. Табби (A.H. Tubby), оперировавший пациента с прогрессирующей плюсневой невралгией третьей степени, обнаружил отек и утолщение нерва, однако также советовал воздержаться от резекции нерва, ограничившись удалением головки плюсневой кости из-за риска образования болезненной культи [27].

Смена парадигмы хирургического лечения пациентов с невромой Мортон началась в середине XX в. В 1940 г. Л. Беттс (L.O. Betts) публикует исследование, где критикует удаление головки четвертой плюсневой кости. Именно он обращает внимание на утолщение пальцевого нерва, называя его «невромой», а само заболевание «метатарзалгией Мортон» [28]. В дальнейшем эта мысль получила свое развитие в работе К.И. Ниссен (K.I. Nissen) с соавторами, где описывается опыт коллеги, который подвергся резекции пораженного участка нерва, о чем и сообщил в письме к автору. В резецированном участке нерва был обнаружен фиброз эпинеурия ветви внутреннего подошвенного нерва [29]. В дальнейшем работы Л.О. Беттса (L.O. Betts)

и К.И. Ниссена (K.I. Nissen) легли в основу теорий патогенеза невромы, которые в 2005 г. сформулировали доктора Х. Хасуна (H. Hassouna) и Д. Синх (D. Singh) [30].

В 1949 г. Э.Л. Мур (E.L. Moore) и Э.У. Мередит (E.W. Meredith) вновь употребляют термин «неврома», подразумевая новообразование четвертого межпальцевого нерва, а саму патологию они именуют как палец Мортон [17].

Словосочетание «неврома Мортон» в качестве названия заболевания впервые употребил доктор медицины из США Р.К. Сандел (R.K. Sandel) в 1958 г. в статье о невrome второго межпальцевого промежутка [12]. И по сей день зарубежные и отечественные коллеги предпочитают использовать название «неврома Мортон» [4, 31, 32].

Однако в ряде публикаций, начиная с конца XX в., употребляется эпоним Чивинини в названии диагноза [1, 32, 33, 34, 35, 36]. При этом авторы ссылаются на оригинальную работу, обнаруженную при ремонте больничной библиотеки в 1983 г. [8]. Хотя в даже в Италии заслуга Ф. Чивинини, похоже, не получила адекватного отклика, по мнению Г. Пасеро (G. Pasero) и П. Марсон (P. Marson), фамилия Чивинини все же стала больше ассоциироваться с невромой Мортон [9].

В этом контексте представляется весьма актуальным обзор публикаций, посвященных данной проблематике в отечественной литературе. Нам удалось найти ссылку современника на работу российского и советского хирурга А.Т. Богаевского, датированную 1895 г. [37]. Но, несмотря на упоминание в каталоге главной хирургической библиотеки армии США, оригинал работы был утерян\*.

Наличие множества авторов, которые привнесли вклад в историю и популяризацию именного термина «неврома Мортон», дает нам основание полагать, что ключ к гармоничной номенклатуре — это исследования, непосредственно направленные на гистологическую верификацию интраоперационного материала. Сообщение о фиброзе нерва в пораженном межпальцевом промежутке были до внедрения термина «неврома».

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

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

**Этическая экспертиза.** Не применима.

**Информированное согласие на публикацию.** Не требуется.

После резекции пораженного нерва при гистологическом исследовании обнаруживаются участки нервной ткани с дистрофическими изменениями в окружении грубоволокнистой соединительной ткани с ангиоматозом и прилежащей жировой клетчаткой [2].

Кроме того, этиопатогенез данного заболевания является ключом при выборе тактики лечения пациентов, которые столкнулись с межпальцевой невромой. В отсутствие неопластического процесса представляется весьма актуальным такой сравнительно малоинвазивный метод хирургического лечения, как рассечение межплюсневой связки. В своем исследовании Т. Бауэр (T. Bauer) с соавторами описывают лучшие ближайшие и отдаленные результаты данного метода по сравнению с открытой операцией [3].

Все вышеизложенное подчеркивает необходимость обстоятельного рассмотрения вопроса о разработке классификации межплюсневых нервом. Практически отсутствуют рекомендации по формулировке диагноза «неврома Мортон». Имеются лишь две зарубежные работы, в которых предложена универсальная формулировка диагноза. Так, Д. Кей (D. Kay) и Г.Л. Беннетт (G.L. Bennett) в 2003 г. рекомендовали использовать название, предложенное С.Б. Вайнфельд (S.B. Weinfeld) и М.С. Майерсон (M.S. Myerson) в 1996 г. — «межпальцевой неврит» [38, 39]. Между тем Э.Э. Ларсон (E.E. Larson) с соавторами критикуют данное название, считая его несостоятельным с точки зрения патогенеза и предлагают универсальную формулировку «сдавление межпальцевого нерва» [6].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Заболевание, именуемое «неврома Мортон», должно носить название «фиброз третьего подошвенного пальцевого нерва». А именные термины, в некоторых случаях не имеющие отношения к заболеванию, желательно заменить на номер соответствующего общего нерва. Например, в случае невромы Изелина — фиброз четвертого подошвенного пальцевого нерва и т.д.

## DISCLAIMERS

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

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

**Ethics approval.** Not applicable.

**Consent for publication.** Not required.

\* Index-catalogue of the Library of the Surgeon-General's Office, United States Army. Authors and subjects (Series 2, Volume 5) — National Library of Medicine. Available from: <http://resource.nlm.nih.gov/8104689X21>.



## ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

- Colò G., Rava A., Samaila E.M., Palazzolo A., Talesa G., Schiraldi M. et al. The effectiveness of shoe modifications and orthotics in the conservative treatment of Civinini-Morton syndrome: state of art. *Acta Biomed.* 2020; 91(4-S):60-68. doi: 10.23750/abm.v91i4-S.9713.
- Meachim G., Abberton M.J. Histological findings in Morton's metatarsalgia. *J Pathol.* 1971;103(4):209-217. doi: 10.1002/path.1711030402.
- Bauer T., Gaumetou E., Klouche S., Hardy P., Maffulli N. Metatarsalgia and Morton's Disease: Comparison of Outcomes Between Open Procedure and Neurectomy Versus Percutaneous Metatarsal Osteotomies and Ligament Release With a Minimum of 2 Years of Follow-Up. *J Foot Ankle Surg.* 2015;54(3):373-377. doi: 10.1053/j.jfas.2014.08.009.
- Шайхутдинов И.И., Масгутов Р.Ф., Валеева Л.Р., Ягудин Р.Х. Неврома Мортон как причина болей в стопе — диагностика и тактика лечения. *Практическая медицина.* 2016;4-1(96):182-186. Shaikhutdinov I.I., Masgutov R.F., Valeeva L.R., Yagudin R.Kh. Morton's neuroma as a cause of pain in the foot, diagnostics and methods of treatment. *Practical medicine.* 2016;4-1(96):182-186. (In Russian).
- Салтыкова В.Г., Рамонова Д.Р., Макинян Л.Г., Зейналов В.Т., Шток А.В., Митьков В.В. Ультразвуковое исследование в дифференциальной диагностике образований метатарзального отдела стопы (неврома Мортон, липофиброма). *Ультразвуковая и функциональная диагностика.* 2021;(1):65-88. doi: 10.24835/1607-0771-2021-1-65-88. Saltykova V.G., Ramonova D.R., Makinyan L.G., Zeynalov V.T., Shtok A.V., Mitkov V.V. Ultrasound in foot lesion diagnosis (Morton's neuroma, lipofibroma). *Ultrasound and Functional Diagnostics.* doi: 10.24835/1607-0771-2021-1-65-88 (In Russian).
- Larson E.E., Barrett S.L., Battiston B., Maloney C.T. Jr., Dellon A.L. Accurate nomenclature for forefoot nerve entrapment: a historical perspective. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2005;95(3):298-306. doi: 10.7547/0950298.
- Munir U., Tafti D., Morgan S. Morton Neuroma. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470249/>.
- Civinini F. Su d'un gangliare rigonfiamento della pianta del piede. *Men Chir Arcispedale di Pistoia.* Pistoia, Italia: Dalla tip. Bracali; 1835.
- Pasero G., Marson P. Filippo Civinini (1805-1844) and the discovery of plantar neuroma. *Reumatismo.* 2006;58(4):319-22. (In Italian). doi: 10.4081/reumatismo.2006.319.
- Durlacher L. A treatise on corns, bunions, the diseases of nails, and the general management of feet. London: Simpkin, Marshall and Co., MDCCCXLV; 1845. 196 p.
- The Classic. A peculiar and painful affection of the fourth metatarso-phalangeal articulation. Thomas G. Morton, M.D. *Clin Orthop Relat Res.* 1979;(142):4-9.
- Sandel R.K. Morton's neuroma of the second toe. *J Am Podiatry Assoc.* 1958;48(3):116-117.
- Bickel W.H., Dockerty M.B. Plantar neuromas, Morton's toe. *Surg Gynecol Obstet.* 1947;84(1):111-116.
- Mendeszoos M.J., Kaplan Y.L., Crockett R.S., Cunningham N. Congenital Bilateral First Brachymetatarsia: a Case Report and Review of Available Conservative and Surgical Treatment Options. *The Foot and Ankle Online Journal* [Internet]. 2009. Available from: <http://dx.doi.org/10.3827/faoj.2009.0209.0001>.
- Physiopedia. Morton's Toe. 2023. Available from: [https://www.physio-pedia.com/Morton%27s\\_Toe](https://www.physio-pedia.com/Morton%27s_Toe).
- Fett H.C., Pool C.C. Plantar interdigital neuroma or Morton's toe. *Am J Surg.* 1949;78(4):522-525. doi: 10.1016/0002-9610(49)90218-4.
- Moore E.L., Meredith E.W. Morton's toe — A neuroma. *Am J Surg.* 1949;77(3):399-401. doi: 10.1016/0002-9610(49)90172-5.
- Morton D. Metatarsus atavicus: the identification of a distinctive type of foot disorder. *J Bone Joint Surg Am.* 1927;9:531-544.
- Joplin R.J. The proper digital nerve, vitallium stem arthroplasty, and some thoughts about foot surgery in general. *Clin Orthop Relat Res.* 1971;76:199-212. doi: 10.1097/00003086-197105000-00028.
- Melendez M.M., Patel A., Dellon A.L. The Diagnosis and Treatment of Joplin's Neuroma. *J Foot Ankle Surg.* 2016;55(2):320-323. doi: 10.1053/j.jfas.2014.09.045.
- Diab M. *Lexicon Orthopaedic Etymology.* CRC Press; 1999. 464 p.
- Hauser E.D. Interdigital neuroma of the foot. *Surg Gynecol Obstet.* 1971;133(2):265-267.
- Kishan T.V., Mekala A., Bonala N., Sri Pavani B. Iselin's disease: Traction apophysitis of the fifth metatarsal base, a rare cause of lateral foot pain. *Med J Armed Forces India.* 2016;72(3):299-301. doi: 10.1016/j.mjafi.2015.06.015.
- Jones R. Plantar Neuralgia: (metatarsalgia, Morton's Painful Affection of the Foot). 1897. 47 p.
- Hoadley A.E. Six cases of metatarsalgia. *Chicago Med Rec.* 1893;3:32-37.
- Morton T.S. VI. Metatarsalgia (Morton's Painful Affection of the Foot), with an Account of Six Cases Cured by Operation. *Ann Surg.* 1893;17(6):680-699.
- Tubby A.H. Deformities, Including Diseases of the Bones and Joints: Diseases of the bones and joints; Paralytic deformities. Vol. 2. Macmillan and Company, Limited; 1912.
- Betts L.O. Morton's metatarsalgia: neuritis of the fourth digital nerve. *Med J Australia.* 1940;1(15):514-515. doi: 10.5694/j.1326-5377.1940.tb46191.x.
- Nissen K.I. Plantar digital neuritis; Morton's metatarsalgia. *J Bone Joint Surg Br.* 1948;30B(1):84-94.
- Hassouna H., Singh D. Morton's metatarsalgia: pathogenesis, aetiology and current management. *Acta Orthop Belg.* 2005;71(6):646-655.
- Giarda F., Agostini A., Colonna S., Sciumè L., Meroni A., Beretta G. et al. Infiltrative Type I Collagen in the Treatment of Morton's Neuroma: A Mini-Series. *J Clin Med.* 2023;12(14):4640. doi: 10.3390/jcm12144640.
- Zhang J., Li J., Cai W., Zheng K., Huang X., Rong X. et al. Effect of surgical approach on the treatment of Morton's neuroma: a systematic review and meta-analysis. *J Foot Ankle Res.* 2023;16(1):57. doi: 10.1186/s13047-023-00660-w.
- Kuhn H., Küster H.H., Esken M. Die intermetatarsale Neuropathie — Civinini-Durlacher, genannt Morton Metatarsalgie. *Sprunggelenk.* 2003;1(4):273-282. doi: 10.1007/s10302-003-0069-x.
- Marini A.G., Zecchini F. Metatarsalgia di Morton o di Civinini-Morton? *Chir Piede.* 1983;7:1-7.
- Samaila E., Colò G., Rava A., Negri S., Valentini R., Felli L. et al. Effectiveness of corticosteroid injections in Civinini-Morton's Syndrome: A systematic review. *Foot Ankle Surg.* 2021;27(4):357-365. doi: 10.1016/j.fas.2020.05.001.



36. Stecco C., Fantoni I., Macchi V., Del Borrello M., Porzionato A., Biz C. et al. The role of fasciae in Civinini–Morton’s syndrome. *J Anat.* 2015;227(5):654–664. doi: 10.1111/joa.12371.
37. Jones R., Tubby A.H. Metatarsalgia or Morton’s Disease. *Ann Surg.* 1898;28(3):297–328.
38. Kay D., Bennett G.L. Morton’s neuroma. *Foot Ankle Clin.* 2003;8(1):49–59. doi: 10.1016/s1083-7515(03)00004-4.
39. Weinfeld S.B., Myerson M.S. Interdigital Neuritis: Diagnosis and Treatment. *J Am Acad Orthop Surg.* 1996;4(6): 328–335. doi: 10.5435/00124635-199611000-00005.

#### Сведения об авторах

✉ **Большакова Дарья Артуровна**  
 Адрес: Россия, 129110, г. Москва, Орловский пер., д. 7  
<https://orcid.org/0009-0003-3332-9267>  
 e-mail: [dasha.bolsh@gmail.com](mailto:dasha.bolsh@gmail.com)

**Карданов Андрей Асланович** — д-р мед. наук  
<https://orcid.org/0000-0003-2866-2295>  
 e-mail: [akardanov@emcmos.ru](mailto:akardanov@emcmos.ru)

**Майсигов Муса Назирович** — канд. мед. наук  
<https://orcid.org/0000-0002-2096-5876>  
 e-mail: [mmaysigov@emcmos.ru](mailto:mmaysigov@emcmos.ru)

**Королев Андрей Вадимович** — д-р мед. наук, профессор  
<https://orcid.org/0000-0002-8769-9963>  
 e-mail: [korolev.andrey.prof@gmail.com](mailto:korolev.andrey.prof@gmail.com)

#### Authors' information

✉ **Daria A. Bolshakova**  
 Address: 7, Orlovsky lane, Moscow, 129110, Russia  
<https://orcid.org/0009-0003-3332-9267>  
 e-mail: [dasha.bolsh@gmail.com](mailto:dasha.bolsh@gmail.com)

**Andrey A. Kardanov** — Dr. Sci. (Med.)  
<https://orcid.org/0000-0003-2866-2295>  
 e-mail: [akardanov@emcmos.ru](mailto:akardanov@emcmos.ru)

**Musa N. Maysigov** — Cand. Sci. (Med.)  
<https://orcid.org/0000-0002-2096-5876>  
 e-mail: [mmaysigov@emcmos.ru](mailto:mmaysigov@emcmos.ru)

**Andrey V. Korolev** — Dr. Sci. (Med.), Professor  
<https://orcid.org/0000-0002-8769-9963>  
 e-mail: [korolev.andrey.prof@gmail.com](mailto:korolev.andrey.prof@gmail.com)

Комментарий  
УДК [616.718.16+616.718.19]-089  
<https://doi.org/10.17816/2311-2905-17469>



## Комментарий к статье Н.Н. Заднепровского с соавторами «Предложения по введению некоторых новых терминов в хирургию таза и вертлужной впадины»

И.В. Кажанов

<sup>1</sup> ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Министерства обороны России,  
г. Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе»,  
г. Санкт-Петербург, Россия

### Реферат

Медицинская терминология является предметом постоянного систематического регулирования. Авторами комментируемой статьи предпринята попытка разработать названия для некоторых частей костей таза и его областей, которые до настоящего времени не имеют своих обозначений, и вынести предложенные термины на профессиональное обсуждение. Внедрение новых анатомических терминов для обозначения частей и структуры костей таза и их повреждений в систематизированный перечень клинической классификации будет содействовать формированию единообразия лечебно-диагностических подходов, способствовать обобщению и обмену опытом между практикующими специалистами в области хирургии повреждений тазового кольца и переломов вертлужной впадины.

**Ключевые слова:** анатомическая терминология, хирургия таза, крестцово-подвздошное сочленение, лонное сочленение, калькар.

Comment  
<https://doi.org/10.17816/2311-2905-17469>



## Comment on the Article by N.N. Zadneprovskiy et al. “Suggestions for the Introduction of Some New Terms in Surgery of Pelvic and Acetabulum Fractures”

Igor V. Kazhanov

<sup>1</sup> Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup> Dzhanelidze St. Petersburg Research Institute of Emergency Medicine, St. Petersburg, Russia

### Abstract

Medical terminology is the subject of constant systematic regulation. The author's team of the scientific article has determined the actual purpose of the study — to develop names for some parts of the pelvic bones and its areas that still do not have their own designations, and to propose the developed terms for professional discussion. Introduction of new anatomical terms for the designation of parts and structures of pelvic bones and their injuries in a systematic list of clinical classification will contribute to the formation of uniformity of therapeutic and diagnostic approaches, promote generalization and exchange of experience between practitioners in the field of surgery of pelvic ring injuries and acetabulum fractures, and have a significant scientific and educational character among the medical community.

**Key words:** anatomical terminology, pelvic surgery, sacroiliac joint, pubic joint, calcar.

**Для цитирования:** Кажанов И.В. Комментарий к статье Н.Н. Заднепровского с соавторами «Предложения по введению некоторых новых терминов в хирургию таза и вертлужной впадины». *Травматология и ортопедия России*. 2024;30(1):150-153. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-17469>.

**Cite as:** Kazhanov I.V. Comment on the Article by N.N. Zadneprovskiy et al. “Suggestions for the Introduction of Some New Terms in Surgery of Pelvic and Acetabulum Fractures”. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2024;30(1):150-153. (In Russian). <https://doi.org/10.17816/2311-2905-17469>.

Кажанов Игорь Владимирович / Igor V. Kazhanov; e-mail: carta400@rambler.ru

Получен: 15.02.2024. Опубликовано: 18.03.2024. Submitted: 15.02.2024. Published: 18.03.2024.

© Кажанов И.В. / Kazhanov I.V., 2024

Как известно, медицинская терминология является предметом постоянного систематического регулирования. На протяжении нескольких столетий продолжалась непрерывная работа по упорядочению, унификации и стандартизации медицинской терминологии, которая находится в постоянном развитии. Многие давно известные и новые термины наполняют совершенно новым научным содержанием.

Статья Н.Н. Заднепровского с соавторами посвящена разработке новых медицинских терминов в области диагностики и лечения различных переломов вертлужной впадины и повреждений тазового кольца. В частности, авторы предлагают новые медицинские термины для обозначения частей и структуры костей, формирующих тазовые кости и их повреждений: основание лобковой кости, переломы основания лобковой кости в зависимости от линии излома (продольные и вертикальные поперечные), полный и неполный разрыв лобкового симфиза (классификация в зависимости от присутствия и направления линии перелома основания лобковой кости), калькар подвздошной кости, калькарный шип, костный коридор.

Авторы также предлагают новую клиническую классификацию повреждений основания подвздошной кости при частичном повреждении крестцово-подвздошного сочленения (КПС) в зависимости от направления перелома основания подвздошной кости, а именно: продольный перелом, переломоподвывих и переломовывих основания подвздошной кости.

Как известно, в тазе человека имеются все виды соединений костей, отражающие последовательные стадии развития скелета: синартрозы (непрерывные соединения) в форме синдесмозов (связки), синхондрозов (между отдельными частями тазовой кости посредством хрящевой ткани) и синостозов (после слияния их в тазовую кость посредством костной ткани), полусустав, или гемартроз (лонное сращение — симфиз) и прерывное соединение, или диартроз (крестцово-подвздошное сочленение) [1].

Крестцово-подвздошное сочленение — соединение обеих тазовых костей с крестцом (образовано соприкасающимися между собой ушковидными суставными поверхностями), сочетающее в себе одновременно подвижность с прочностью, приобретает форму истинного сустава — диартроза, прочно укрепленного связками (синдесмоз). К связочному аппарату КПС в первую очередь относят межкостные крестцово-подвздошные связки, которые представлены короткими и мощными волокнами между бугристостью подвздошной кости и крестцом. Это самые прочные связки в теле человека, которые выполняют роль «подъемного троса» (подобно растяжкам в конструкции подвешенного моста), при этом сам крестец и есть собствен-

но «мост». Крестец по отношению к подвздошным костями подобен заклинивающему камню дуги свода, а их общую функциональную связь с учетом связочного аппарата объединяют в задний крестцово-подвздошный комплекс (названный М. Тайлем «искусной биомеханической структурой») [2, 3]. Дополнительно сустав укрепляют связки, закрепленные между крестцом и подвздошной костью: спереди — вентральная, сзади — дорсальная крестцово-подвздошная и подвздошно-поясничная связка, идущая от поперечного отростка L5 позвонка к гребню подвздошной кости. При этом можно определить следующие морфофункциональные характеристики этого сочленения: тип тугой (амфиартроз), простой, плоский, многоосный, но движения в нем минимальны из-за большой конгруэнтности суставных поверхностей, прочной капсулы и мощных связок, в том числе и крестцово-остистых и крестцово-бугорковых связок, противодействующих рычаговому опрокидыванию оси крестцовой кости, т.е. механизм движения в крестцово-подвздошном суставе очень сложный и вариабельный. Суставные поверхности: ушковидные поверхности подвздошных костей и крестца — плоские, покрыты двумя различными видами хряща; крестцовая поверхность имеет гиалиновый хрящ, а подвздошная поверхность — фиброзно-хрящевую ткань. Также считают, что КПС имеет сложное строение: частично это синовиальный сустав (диартроз — передние 30–50% сочленения), а частично — неподвижный хрящевой синхондроз [1]. Из биомеханики таза известно, что при вертикальной нагрузке на позвоночник крестец вследствие своей анатомической конфигурации имеет тенденцию к вентральному смещению и относительно него обе подвздошные кости могут смещаться дорсально. Решающим для статики и стабильности тазового кольца является целость дорсального сегмента тазового кольца, обозначаемого, как уже было сказано выше, задним крестцово-подвздошным комплексом. Вертикальная сила по оси скелета действует в направлении смещения крестца кпереди, чему противодействуют только задние крестцово-подвздошные структуры и пояснично-крестцовая грань сочленения.

При повреждении тазового кольца по типу боковой компрессии достаточно часто происходит вертикальный перелом задних отделов подвздошной кости с вовлечением ушковидной (суставной) поверхности КПС, а сама линия излома распространяется на гребень этой кости, при этом возможен одновременный разрыв передней крестцово-подвздошной связки и/или трансаларный перелом с вовлечением боковой массы крестца. Следует отметить, что в последнее повреждение вовлекается нижняя часть связок заднего крестцово-подвздош-

ного комплекса. Сформированный небольшой костный фрагмент остается плотно связанным в точках крепления верхней порции задних крестцово-подвздошных связок. Возникает повреждение тазового кольца с внутренней ротационной нестабильностью, но стабильное к наружным ротирующим и срезающим силам. В зарубежной литературе такие переломы называются “crescent injury” или серповидный перелом. Чем меньше фрагмент серповидного перелома, тем больше площадь суставной поверхности КПС, которая остается на переднем отломке подвздошной кости. Согласно классификации A. Day такие повреждения подразделяются на три типа в зависимости от проникновения линии перелома в КПС и величины свободного костного фрагмента заднего отдела крыла подвздошной кости [4]. В итоге данное повреждение заднего крестцово-подвздошного комплекса включает в себя не только перелом заднего отдела подвздошной кости (или, как предлагают авторы статьи, основания подвздошной кости), но и повреждение связочного аппарата КПС. Поэтому такие повреждения согласно общепринятой классификации АО/ОТА относятся к переломам типа 61 B2.2. или к типу LC-II по классификации Young — Burgess, а при окончательной формулировке клинического диагноза и описании повреждений тазового кольца именуются частичный вывих, или переломовывих в КПС, или неполный перелом заднего отдела подвздошной кости, вовлекающий КПС с подвывихом или вывихом в нем, т.е. с обязательным обозначением самого сочленения, капсула, наружные и внутренние связочные структуры которого вовлечены в повреждение [3, 5]. Крестцово-подвздошный вывих — нарушение соединения между крыльями крестца и подвздошной кости. Существует несколько общепринятых названий данной патологии, а именно: крестцово-подвздошный перелом, крестцово-подвздошный вывих, крестцово-подвздошный переломовывих и сходные с ними. Все эти термины используются как синонимы.

Лонное сочленение — несиновиальное полуподвижное соединение (полусустав). Ширина симфиза в передних отделах на 3–5 мм превышает его ширину по задней поверхности. Сочленение представлено волокнисто-хрящевым диском, в толще которого часто имеется щелевидная аваскулярная жидкостная полость. Сочленяющиеся поверхности лобковых костей покрыты тонким слоем гиалинового хряща. Целостность симфиза играет существенную роль кинематического узла, определяющего стабильность всего тазового кольца. В свою очередь, передний отдел таза чаще всего подвержен воздействию травм, а разрывы лонного сочленения, в связи с небольшой прочностью, могут возникать практически при любом механизме повреждения тазового кольца.

В настоящее время известны рабочие клинические классификации, которые разработаны на основе как экспериментальных, так и клинических данных. В основном классификации разрывов лонного сочленения состоят из трех степеней нестабильности тазового кольца при различных величинах диастаза между ветвями лонных костей, что позволяет специалисту определить показания к различным способам оперативного лечения в зависимости от степени расхождения симфиза. Еще профессор М.А. Хелимский с соавторами в 1970 г., изучая механические свойства тазового кольца, отметили, что наиболее частой локализацией повреждений таза является лонное сочленение, причем внутренние волокна при сжатии таза в сагиттальной плоскости разрываются в 100% случаев [6]. Считается, что разрывы лонного сочленения более 2,5 см при повреждениях тазового кольца с наружной ротационной нестабильностью уже свидетельствуют о высокоэнергетическом воздействии и сопровождаются разрывом вентральных связок крестцово-подвздошного комплекса, крестцово-остистых и крестцово-бугорных связок. Термин «неполный разрыв лонного сочленения» вполне уместный, под ним подразумевается явное отсутствие разъединения лонных костей в сочленении, т.к. формирующие его структуры остаются целыми и обеспечивают сохранение условной конгруэнтности оснований лобковых костей в симфизе.

Действительно, с точки зрения биомеханики таза ось нагрузки в положении человека стоя переходит с позвоночного столба на нижние конечности дорсально через крестцовую кость, КПС, а также дорсальный отдел подвздошной кости (через участок плотной губчатой кости, формирующий купол или арку большой седалищной вырезки) на крышу вертлужной впадины. Данный участок задненижнего отдела подвздошной кости с самым плотным губчатым веществом по типу контрфорса (в архитектуре обозначает дополнительную опору, принимающую на себя тяжесть перекрытия) обозначен в зарубежной литературе как sciatic buttress (седалищная опора). Так как в отечественной литературе нет русскоязычного эквивалента этому термину, то вполне возможно использовать равнозначный по смыслу термин «калькар». Но «калькар» — это прописанная транскрипция на русском языке латинского слова “calcar”, обозначающая в переводе шпору всадника. Фактически данный термин относится к многозначным словам и употребляется авторами в условном значении, что свидетельствует о целесообразности его использования в кавычках.

В настоящее время при коммуникации между специалистами разных медицинских направлений принято употреблять единую анатомическую номенклатуру (официальный международный стан-



дарт правильного написания терминов). В России в 2003 г. принята Международная анатомическая терминология с официальным списком русских эквивалентов, созданная с участием Российской анатомической номенклатурной комиссии (РАНК) Минздрава РФ и Всероссийского научного медицинского общества анатомов, гистологов и эмбриологов России (НМОАГЭ), изданная под редакцией чл.-кор. РАН профессора Л.Л. Колесникова [7].

В 2019 г. комитет Федеральной международной программы анатомической терминологии, созданный Международной федерацией ассоциаций анатомов, выпустил второе издание анатомической терминологии на английском языке. Сразу появилось основание для повторного пересмотра отечественного варианта анатомической номенклатуры. После получения от вышеуказанного комитета одобрения перевода нового издания анатомической терминологии на русский язык в ноябре 2020 г. образован НМОАГЭ — Российский анатомический номенклатурный комитет (РАНК) для выпуска нового издания анатомической терминологии на русском языке. РАНК допускал применение иноязычных терминов в русской транскрипции, если они не имеют легких в использовании русских эквивалентов. Иноязычные термины, транскрибированные на русский язык, следует считать предпочтительными, когда они широко распро-

странены в клинической медицине. В случаях применения иноязычных и заимствованных слов все терминологические сочетания и производные составляются, исходя из выбранного термина. При транскрибировании иноязычных терминов, вводимых в номенклатуру, рекомендуется соблюдать нормы словообразования и грамматики русского языка. Комиссия добивалась того, чтобы каждый латинский термин Международной анатомической терминологии не имел нескольких русских эквивалентов. В случаях, когда наблюдается исторически различная трактовка анатомического термина в России и за рубежом, РАНК при проведении изменений руководствовался принципом, что русские анатомические термины должны быть по возможности близкими по значению к официальным латинским терминам [8].

Предложенную авторами статьи новую медицинскую классификацию можно отнести к клиническим, которые более демократичны и легко могут подвергаться изменениям, в отличие от анатомических классификаций, которые можно считать консервативными и не подлежащим изменениям.

Предложение авторов по введению новых терминов в клиническую практику, безусловно, заслуживает внимания и после обсуждения и одобрения может использоваться в работе практикующими хирургами и травматологами-ортопедами.

## ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Привес М.Г., Лысенков Н.К., Бушкович В.И. *Анатомия человека*. 13-е изд., испр. и доп. Москва: ГЭОТАР-Медиа; 2022. 896 с.  
Prives M.G., Lysenkov N.K., Bushkovich V.I. *Human Anatomy*. Moscow: GEOTAR-Media; 2022. 896 p. (In Russian).
2. Tile M. Pelvic ring fractures: should they be fixed? *J Bone Joint Surg Br*. 1988;70(1):1-12. doi: 10.1302/0301-620X.70B1.3276697.
3. Tile M., Helfet D. Fractures of the pelvis and acetabulum (AO): principles and methods of management. Davos: AO Publishing; 2015. 1000 p.
4. Day A.C., Kinmont C., Bircher M.D., Kumar S. Crescent fracture-dislocation of the sacroiliac joint. *J Bone Joint Surg Br*. 2007;89(5):651-658. doi: 10.1302/0301-620X.89B5.18129.
5. Burgess A. Invited commentary: Young-Burgess classification of pelvic ring fractures: does it predict mortality, transfusion requirements, and nonorthopaedic injuries? *J Orthop Trauma*. 2010;24(10):609. doi: 10.1097/01.bot.0000389016.21888.f4.
6. Хелимский М.А., Глушак В.С., Зырянова Т.Д. Экспериментальные исследования по определению сил сопротивления тазового пояса человека. *Экспериментальная хирургия и анестезиология*. 1970;(6):30-36.  
Khelinskii M.A., Glushak V.S., Zyryanova T.D. Experimental studies to determine the resistance forces of the human pelvic girdle. *Experimental Surgery and Anesthesiology*. 1970;(6):30-36. (In Russian).
7. Международная анатомическая терминология (с официальным списком русских эквивалентов). Москва: Медицина; 2003. 424 с.  
International anatomical terminology (with an official list of Russian equivalents). Moscow: Medicine; 2003. 424 p. (In Russian).
8. Никитюк Д.Б., Каган И.И., Дыдыкин С.С., Заднипрятый И.В., Васильев Ю.Л., Капитонова М.Ю. О втором издании Международной анатомической терминологии и ее русском эквиваленте. *Оперативная хирургия и клиническая анатомия*. 2022;6(3):56-67. doi: 10.17116/operhirurg2022603156.  
Nikityuk D.B., Kagan I.I., Dydykin S.S., Zadnipyryany I.V., Vasil'ev Yu.L., Kapitonova M.Yu. About the second edition of the International Anatomical Terminology and its Russian equivalent. *Russian Journal of Operative Surgery and Clinical Anatomy*. 2022;6(3):56-67. (In Russian).

### Сведения об авторе

✉ Казанов Игорь Владимирович — д-р мед. наук  
Адрес: Россия, 194044, г. Санкт-Петербург,  
ул. Академика Лебедева, д. 6  
<https://orcid.org/0000-0003-2880-2630>  
e-mail: carta400@rambler.ru

### Author's information

✉ Igor V. Kazhanov — Dr. Sci. (Med.)  
Address: 6, St. Petersburg, Akademika Lebedeva st.,  
194044 Russia  
<https://orcid.org/0000-0003-2880-2630>  
e-mail: carta400@rambler.ru