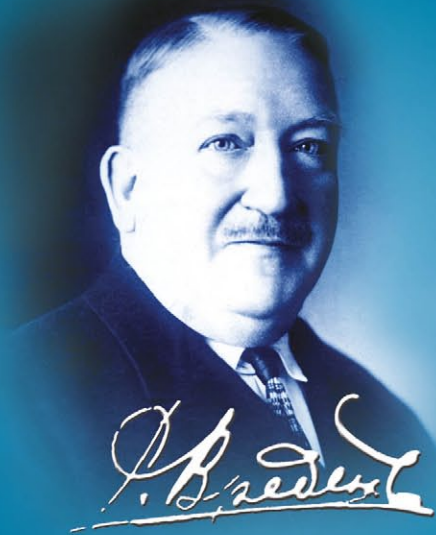


ISSN 2311-2905 (print)
ISSN 2542-0933 (online)



ТРАВМАТОЛОГИЯ И ОРТОПЕДИЯ РОССИИ

2022 • Т. 28 • № 3

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ

Травматология и ортопедия России

Том 28, Выпуск 3, 2022

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
<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
<https://journal.rniito.org>

ИНДЕКСАЦИЯ

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 No 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.

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

Главный редактор

Тихилов Рашид Муртузалиевич – чл.-корр. 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. Соловьевы, 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)
Губин А.В. – д-р мед. наук, профессор (НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова, Москва, 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 (ЕССТО, 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)
Парвики Дж. – д-р медицины, профессор (Институт Ротмана, Филадельфия, США)
Перка К. – д-р медицины, профессор (Центр скелетно-мышечной хирургии Университетской клиники Шарите, Берлин, Германия)
Пташиников Д.А. – д-р мед. наук, профессор (НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия)
Рябых С.О. – д-р мед. наук (НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова, Москва, Россия)
Серета 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)

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

Travmatologiya i Ortopediya Rossii

Vol. 28, N 3, 2022

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
<https://eco-vector.com>
Phone: +7(812)648-83-67

EDITORIAL OFFICE

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

INDEXING

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

Printed in "Typography Lesnik",
197183, St. Petersburg, Sabirovskaya str., 37.
Free price.

© Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia), 2022
© Eco-Vector, 2022

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.) (St. Petersburg Dzhanelidze 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)
Aleksander V. Gubin – Dr. Sci. (Med.), Professor (Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, 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.) (Tsvyanyan 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.) (Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, 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.rniito.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

- Ливенцов В.Н., Божкова С.А., Тихилов Р.М., Артюх В.А.**
Исходы ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава после резекционной артропластики с несвободной пересадкой мышечного лоскута у пациентов с трудноизлечимой перипротезной инфекцией5
- Беленький И.Г., Майоров Б.А., Кочиш А.Ю., Сергеев Г.Д., Рефицкий Ю.В., Савелло В.Е., Смирнов С.С.**
Использование заднемедиального хирургического доступа для остеосинтеза при переломах лодыжек и заднего края большеберцовой кости 16
- Сапрыкин А.С., Рябинин М.В., Корнилов Н.Н.**
Структура операций ревизионной пластики передней крестообразной связки: анализ 257 наблюдений 29
- Ван Ц., Харченко Н.В., Запиров Г.М., Каприн А.Д., Бухаров А.В., Державин В.А., Ядрина А.В.**
Факторы, приводящие к повторному хирургическому вмешательству при метастатическом поражении длинных костей38
- Матвеев П.А., Шведовченко И.В., Смирнова Л.М., Кольцов А.А.**
Оценка состояния стопы после заимствования некророснабжаемых фаланг пальцев для аутотрансплантации на кисть49
- СЛУЧАИ ИЗ ПРАКТИКИ
- Таштанов Б.Р., Корыткин А.А., Павлов В.В., Шубняков И.И.**
Раскол керамического вкладыша эндопротеза тазобедренного сустава: клинический случай63
- Фролов А.В., Логвинов А.Н., Бурцев М.Е., Майсигов М.Н., Ольчев А.А., Каданцев П.М., Королёв А.В.**
Ревизионное эндопротезирование плечевого сустава после оскольчатого перелома плечевой кости: клинический случай 74

ОБЗОРЫ

- Федорова Ю.А., Виссарионов С.В., Проценко Я.Н., Геворгиз С.А., Захарьян Е.А.**
Хирургическая коррекция положения предплечья у детей с врожденным радиоульнарным синостозом: систематический обзор литературы83
- Петрова Д.А., Кенис В.М.**
Измерение длины нижних конечностей: обзор литературы 97
- Колесник А.И., Донченко С.В., Суриков В.В., Иванов Д.А., Тарасов Е.П., Ярмамедов Д.М., Солодилов И.М.**
Хирургические доступы при лечении переломов вертлужной впадины: аналитический обзор литературы 106
- ДИСКУССИИ
- Кочиш А.Ю., Остапченко А.А.**
Особенности выделения и допустимые уровни проксимальной мобилизации передних большеберцовых сосудов при несвободной пересадке кровоснабжаемых комплексов тканей 116
- ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ВРАЧЕЙ
- Мурылев В.Ю., Руднев А.И., Куковенко Г.А., Елизаров П.М., Музыченко А.В., Алексеев С.С.**
Диагностика глубокой перипротезной инфекции тазобедренного сустава 123
- Божкова С.А., Тихилов Р.М., Андрияшкин В.В., Ахтямов И.Ф., Белов М.В., Дианов С.В., Касимова А.Р., Каплунов О.А., Копенкин С.С., Маланин Д.А., Муштин Н.Е., Цед А.Н.**
Профилактика, диагностика и лечение тромбозомболических осложнений в травматологии и ортопедии: методические рекомендации 136
- ИСТОРИЯ МЕДИЦИНЫ
- Березин П.А., Золотов А.С., Вольхин Р.Д., Евдокимова Е.Н., Морозов Л.И., Лазарев И.А.**
Сухожильные швы Розова и Kessler: общие свойства и различия 167

CONTENTS

CLINICAL STUDIES

- Liventsov V.N., Bozhkova S.A., Tikhilov R.M., Artyukh V.A.**
Outcomes of Revision Hip Replacement After Resection Arthroplasty With a Non-Free Muscle Flap Transfer for Difficult-To-Treat Periprosthetic Infection 5
- Belen'kii I.G., Maiorov B.A., Kochish A.Yu., Sergeev G.D., Refitskii Yu.V., Savello V.E., Smirnov S.S.**
Posteromedial Approach in Fracture Fixation of Malleoli and Posterior Edge of Tibia..... 16
- Saprykin A.S., Ryabinin M.V., Kornilov N.N.**
Trends in Revision ACL Reconstruction: Analysis of 257 Procedures..... 29
- Wang J., Kharchenko N.V., Zapirov G.M., Kaprin A.D., Bukharov A.V., Derzhavin V.A., Yadrina A.V.**
Factors Associated With Revision Surgery in Long Bones Metastases 38
- Matveev P.A., Shvedovchenko I.V., Smirnova L.M., Koltsov A.A.**
Assessment of the Foot Donor Site Morbidity After Non-Vascularized Toe Phalanx Transfer to the Hand 49
- CASE REPORTS
- Tashtanov B.R., Korytkin A.A., Pavlov V.V., Shubnyakov I.I.**
Ceramic Liner Fracture in Total Hip Arthroplasty: A Case Report 63
- Frolov A.V., Logvinov A.N., Burtsev M.E., Maysigov M.N., Olchev A.A., Kadantsev P.M., Korolev A.V.**
Reverse Shoulder Arthroplasty After Communitated Humerus Fracture: A Case Report 74

REVIEWS

- Fedorova Yu.A., Vissarionov S.V., Proschenko Ya.N., Gevorgiz S.A., Zakharyan E.A.**
Surgical Treatment of Congenital Radioulnar Synostosis in Children: Systematic Review 83
- Petrova D.A., Kenis V.M.**
Leg Length Measurement: Review..... 97
- Kolesnik A.I., Donchenko S.V., Surikov V.V., Ivanov D.A., Tarasov E.P., Yarmamedov D.M., Solodilov I.M.**
Surgical Approaches for Acetabulum Fracture Treatment: Analytic Review 106

DISCUSSIONS

- Kochish A.Yu., Ostapchenko A.A.**
Dissection and Permissible Levels of Proximal Mobilization of Anterior Tibial Vessels During Island Flaps Transfer..... 116

FOR PRACTICAL PHYSICIANS

- Murylev V.Yu., Rudnev A.I., Kukovenko G.A., Elizarov P.M., Muzychenkov A.V., Alekseev S.S.**
Diagnosis of Deep Periprosthetic Infection of the Hip 123
- Bozhkova S.A., Tikhilov R.M., Andriyashkin V.V., Akhtyamov I.F., Belov M.V., Dianov S.V., Kasimova A.R., Kaplunov O.A., Kopenkin S.S., Malanin D.A., Mushtin N.E., Tsed A.N.**
Prevention, Diagnosis and Treatment of Thromboembolic Complications in Traumatology and Orthopedics: Methodological Guidelines..... 136

HISTORY OF MEDICINE

- Berezin P.A., Zolotov A.S., Volykhin R.D., Evdokimova E.N., Morozov L.I., Lazarev I.A.**
Rozov and Kessler Tendon Sutures: Common Properties and Differences..... 167



Исходы ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава после резекционной артропластики с несвободной пересадкой мышечного лоскута у пациентов с трудноизлечимой перипротезной инфекцией

В.Н. Ливенцов, С.А. Божкова, Р.М. Тихилов, В.А. Артюх

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

Актуальность. Операцией выбора в случае трудноизлечимой перипротезной инфекции (ТИ ППИ) тазобедренного сустава (ТБС) может быть резекционная артропластика с несвободной пересадкой мышечного лоскута, которая характеризуется высокой эффективностью купирования инфекции, но ведет к ухудшению функции оперированного сустава. На сегодняшний день представлены только единичные публикации с малым количеством наблюдений, в которых доля пациентов, которым был выполнен второй этап реэндопротезирования (реЭП), крайне невелика.

Цель исследования — оценить влияние ревизионного эндопротезирования на функциональные результаты и частоту неблагоприятных исходов у пациентов, перенесших ранее резекционную артропластику с несвободной пересадкой осевого мышечного лоскута из латеральной широкой мышцы бедра по поводу трудноизлечимой перипротезной инфекции.

Материал и методы. В проспективное исследование были включены 24 пациента, которым с 2011 по 2021 г. на первом этапе лечения хронической рецидивирующей ТИ ППИ области ТБС была выполнена резекционная артропластика с несвободной пересадкой островкового лоскута из *m. vastus lateralis*. По достижении длительной, не менее года, ремиссии инфекционного процесса вторым этапом было выполнено реЭП. Изучали функциональные результаты по шкале Харриса, степень укорочения нижней конечности до и не ранее двух лет после реЭП, результаты культурального исследования на первом и втором этапах лечения ППИ, а также технические особенности выполнения оперативного вмешательства, течение послеоперационного периода и наличие ремиссии ППИ в отдаленные сроки после реЭП.

Результаты. РеЭП привело к статистически значимому улучшению функциональных результатов и качества жизни пациентов по сравнению с дооперационными показателями. Средний балл по шкале Харриса увеличился с 53 до операции до 83 после операции, согласно шкале EQ-5D удовлетворенность качеством жизни пациентами повысилась при индивидуальной оценке с 50 баллов до 80, по общему баллу-коэффициенту с 0,61 до 0,74, а средняя интенсивность болевого синдрома по ВАШ снизилась с 3 до 1 балла через 3,1 года после выполнения реЭП ($p < 0,05$). Полное восстановление длины конечности было достигнуто в 29,1% случаев ($n = 7$) при средней компенсации укорочения длины конечности 4,5 см. У 66,7% больных ($n = 16$) результаты микробиологического исследования интраоперационных тканевых биоптатов при выполнении реЭП были культуронегативными. Частота рецидивов ППИ составила 12,5% ($n = 3$) в сроки до 30 дней после реЭП и 4,2% ($n = 1$) — при сроке наблюдения 3,1 года (МКИ 2,1–4,1). Проведение своевременных однократных ревизионных вмешательств позволило достичь стойкой ремиссии ТИ ППИ в 95,8% случаев.

Заключение. Комплексное двухэтапное хирургическое лечение с применением на этапе санации резекционной артропластики с пересадкой осевого мышечного лоскута из латеральной широкой мышцы бедра и последующим реЭП продемонстрировало высокую эффективность в отношении купирования инфекционного процесса, а также восстановления опороспособности и функции конечности. Предложенная методика может быть рекомендована как метод выбора при лечении пациентов с ТИ ППИ в области ТБС.

Ключевые слова: ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава, трудноизлечимая перипротезная инфекция, мышечный лоскут, резекционная артропластика, этиология перипротезной инфекции.

Ливенцов В.Н., Божкова С.А., Тихилов Р.М., Артюх В.А. Исходы ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава после резекционной артропластики с несвободной пересадкой мышечного лоскута у пациентов с трудноизлечимой перипротезной инфекцией. *Травматология и ортопедия России*. 2022;28(3):5-15. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-1808>.

✉ Ливенцов Виталий Николаевич; e-mail: vnliventsov@yandex.ru

Рукопись получена: 11.07.2022. Рукопись одобрена: 02.09.2022. Статья опубликована: 12.09.2022.

© Ливенцов В.Н., Божкова С.А., Тихилов Р.М., Артюх В.А., 2022



Outcomes of Revision Hip Replacement After Resection Arthroplasty With a Non-Free Muscle Flap Transfer for Difficult-To-Treat Periprosthetic Infection

Vitaly N. Liventsov, Svetlana A. Bozhkova, Rashid M. Tikhilov, Vasilii A. Artyukh

Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Background. Resection arthroplasty with non-free muscle flap transfer allows to quickly eliminate the infection, but resulting in functional impairment of hip joint. To date, there are only a few publications with a small number of observations, where the proportion of patients who underwent the second stage of the revision hip arthroplasty (rTHA) is extremely small.

The aim of the study was to evaluate the effect of resection arthroplasty on the functional outcomes and incidence of adverse outcomes in patients with difficult-to-treat (DTT) periprosthetic infection who had previously undergone resection arthroplasty with a non-free transfer of the axial flap from the vastus lateralis muscle.

Methods. The prospective study included 24 patients. During the period 2011–2021, at the first stage of the treatment for chronic recurrent DTT PJI of the hip, resection arthroplasty was performed with a non-free transfer of an island flap from the vastus lateralis muscle. Subsequent reimplantation of the endoprosthesis was performed in at least 1 year after the infection remission. The functional outcomes, degree of the lower limb shortening immediately before and in two or more years after revision arthroplasty (rTHA), the results of the microbiological cultures at the first and second stages of PJI treatment, technical aspects of the surgery as well as the postoperative period and long-term PJI remission were studied.

Results. Revision arthroplasty resulted in a statistically significant improvement of the postoperative functional outcome and quality of life in patients. The average Harris score after rTHA increased from 53 to 83 points after surgery, EQ-5D degree of the quality of life increased from 50 points to 80, the overall score from 0.61 to 0.74 and average intensity of pain via VAS decreased from 3 points to 1 point in 3.1 years after rTHA ($p < 0.05$). After reEP, complete restoration of the limb length was achieved in 29.1% of cases ($n = 7$) with an average compensation of the limb length for 4.5 cm. In 66.7% of patients ($n = 16$), the results of the intraoperative tissue biopsy microbiological analysis during reEP were culture negative. The recurrence rate of PJI was 12.5% ($n = 3$) up to 30 days after rTHA and 4.2% ($n = 1$) with a follow-up period of 3.1 years (IQR 2.1–4.1). With a single revision surgery performed without a delay, stable remission of DTT PJI was 95.8%.

Conclusion. Complex two-stage surgical treatment using resection arthroplasty with a non-free muscle flap transfer at the stage of debridement and subsequent revision has demonstrated high efficiency in eliminating the infectious process as well as restoring weight-bearing capacity and extremity function. It could be recommended as a method of choice in the treatment of patients with DTT PJI of hip joint.

Keywords: difficult-to-treat periprosthetic infection, muscle flap, resection arthroplasty, persistent infection remission, revision arthroplasty, long-term functional outcomes.

Cite as: Liventsov V.N., Bozhkova S.A., Tikhilov R.M., Artyukh V.A. [Outcomes of Revision Hip Replacement After Resection Arthroplasty With a Non-Free Muscle Flap Transfer for Difficult-To-Treat Periprosthetic Infection]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2022;28(3):5-15. (In Russian). <https://doi.org/10.17816/2311-2905-1808>.

✉; Vitaly N. Liventsov; e-mail: vnliventsov@yandex.ru

Submitted: 11.07.2022. Accepted: 02.09.2022. Published: 12.09.2022.

© Liventsov V.N., Bozhkova S.A., Tikhilov R.M., Artyukh V.A., 2022

ВВЕДЕНИЕ

Трудноизлечимая перипротезная инфекция (ТИ ППИ), обусловленная трудными для эрадикации (ТДЭ) возбудителями, характеризуется хроническим рецидивирующим течением [1, 2, 3, 4, 5]. Эффективность двухэтапной методики с установкой антимикробного спейсера при ППИ, обусловленной ТДЭ-возбудителями, по нашим данным и публикациям зарубежных авторов, крайне низкая, и операцией выбора в таких случаях может быть резекционная артропластика с несвободной пересадкой мышечного лоскута [6, 7, 8, 9, 10]. Несмотря на то, что уже продолжительное время радикальная хирургическая обработка с пересадкой мышечного лоскута, которая характеризуется высокой эффективностью в отношении купирования инфекционного процесса, является золотым стандартом лечения хронического остеомиелита любой локализации, применительно к тазобедренному суставу (ТБС) данную методику используют крайне редко [11, 12]. По-видимому, это обусловлено не только отсутствием у большинства ортопедов технических навыков и умения выполнить пластический этап операции, но и, как показывают немногочисленные публикации, прогнозируемо низким функциональным результатом резекционной артропластики [13, 14, 15]. Укорочение конечности, боль в ТБС, неопороспособность нижней конечности, неизбежная потребность в средствах дополнительной опоры и в посторонней помощи при ходьбе ухудшают не только функциональный исход, но и качество жизни [16, 17, 18]. В связи с этим часть пациентов не готовы принять резекционную артропластику как окончательный исход хирургического лечения инфекционного процесса и настаивают на проведении последующего этапа ревизионного эндопротезирования (реЭП) [19].

Кроме того, обширные дефекты костей, образующих ТБС, риск рецидива инфекции и/или плохое общее состояние больных часто являются объективными причинами отказа от дальнейшей реимплантации эндопротеза [17, 20]. По этой причине на сегодняшний день представлены только единичные публикации с малым количеством наблюдений, в которых доля пациентов, которым был выполнен второй этап реЭП, крайне невелика. По данным Н. Sharma с соавторами, реЭП было выполнено только у 4 из 18 (22%) пациентов [16], по данным J. Stoklas с соавторами, у 4 из 26 (15,4%) человек [19]. При этом риск возобновления инфекционного процесса после реимплантации эндопротеза у данной категории пациентов крайне высок, и частота рецидива ППИ может достигать 43% [21, 22]. К примеру, в работе М.Е. Rittmeister с соавторами у 17 из 39 больных, которым было выполнено реЭП после резекцион-

ной артропластики, отмечено длительное заживление послеоперационной раны, требующее повторного хирургического вмешательства [23].

Что касается функциональных результатов реЭП, то они, как и предполагается, после многократных санирующих операций прогнозируемо хуже, чем после первичных артропластик. В связи с выраженным рубцовым процессом, наличием дефектов костей, образующих ТБС, а также высоким риском развития невропатии седалищного нерва не во всех случаях возможно одновременно ликвидировать разницу в длине нижних конечностей, поэтому до 39% пациентов имеют стойкую хромоту [22]. По данным М.Е. Rittmeister с соавторами, средний балл по шкале ННS после реЭП составил 62 (24–93), и только 11,5% результатов были оценены как очень хорошие, тогда как 88,5% — как плохие. При этом возбудитель ППИ, возраст пациента, длительность заболевания, количество предшествующих хирургических вмешательств никак не коррелировали с функциональным исходом после реЭП [23].

Проведенный анализ научной литературы не позволил найти опубликованные исследования, посвященные динамике отдаленных и функциональных результатов лечения пациентов после реЭП с ППИ в области ТБС, вызванной ТДЭ-возбудителями, с использованием резекционной артропластики ТБС в сочетании с несвободной мышечной пластикой (НМП) в анамнезе, что и определило цель нашего исследования.

Цель исследования — оценить влияние ревизионного эндопротезирования на функциональные результаты и частоту неблагоприятных исходов у пациентов, перенесших ранее резекционную артропластику с несвободной пересадкой осевого мышечного лоскута из латеральной широкой мышцы бедра по поводу трудноизлечимой формы перипротезной инфекции.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Характер исследования — одноцентровое проспективное за период 2011–2021 гг.

Критерии включения:

- хроническая ТИ ППИ, обусловленная ТДЭ-возбудителями: рифампицин-резистентными стафилококками, ципрофлоксацин-резистентными грамотрицательными бактериями, грибами рода *Candida*;

- выполнение резекционной артропластики с несвободной пересадкой островкового лоскута из *m. vastus lateralis* на первом этапе двухэтапного лечения ППИ (патент РФ на изобретение 2299031);

- ремиссия инфекционного процесса более года;

– техническая возможность выполнения реЭП (подбор ревизионных систем в зависимости от дефектов костей, образующих ТБС);

– отсутствие противопоказаний к реЭП в соответствии с сопутствующей патологией.

Из 57 больных, которым была выполнена резекционная артропластика с несвободной пересадкой островкового лоскута из *m. vastus lateralis* по поводу рецидивирующей хронической ТИ ППИ области ТБС, соответствовали критериям включения 24 пациента (42%), из них мужчин — 75% ($n = 18$), женщин — 25% ($n = 6$). Средний возраст пациентов на момент реЭП составил 53 года (МКИ 47–64). Поражение левого ТБС наблюдали в 45,8% ($n = 11$), правого — в 54,2% ($n = 13$) случаев.

Оценка результатов

Функциональные результаты оценивали непосредственно перед ревизионным ЭП и не ранее двух лет после выполнения операции. Для оценки функциональных результатов использовали шкалу Харриса, качество жизни пациентов оценивали по шкале EQ-5D, разработанной EuroQol Group Association [24], степень болевого синдрома — по визуально-аналоговой шкале (ВАШ) [25]. Кроме того, оценивали субъективную удовлетворенность пациентов результатом лечения (ответ «да» или «нет»).

Во время проведения реЭП выполняли взятие не менее пяти тканевых биоптатов из разных областей параартикулярных тканей для культурального исследования и сравнивали их с предыдущим этапом лечения.

Дополнительно оценивали долю пациентов с ранними и отсроченными неблагоприятными исходами реЭП. К ранним осложнениям (30 сут. после операции) относили случаи, потребовавшие повторной ревизионной операции по причине формирования гематомы в области операции и/или сохранения раневого отделяемого более 7 сут. и других проявлений рецидива ППИ. К отсроченным осложнениям относили любые признаки инфекционно-воспалительного процесса в области оперированного сустава в течение всего срока наблюдения, но не раньше месяца после операции.

Статистический анализ

Полученные данные регистрировали в виде электронных таблиц, визуализацию структуры данных и их анализ проводили с помощью программ MS Office Excel 2007 (Microsoft, США), Statistica for Windows (версия 10). В связи с малым количеством наблюдений в качестве меры центральной тенденции для изучаемых признаков использовали медиану (Me), в качестве мер рассеяния — нижний (Q1) и верхний (Q3) квартили (25–75% МКИ). Сопоставление количественных

признаков между группами сравнения выполняли с применением критерия Манна–Уитни. Для анализа относительных показателей использовали χ^2 . Различия показателей между группами считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В среднем интервал между резекционной артропластикой с НМП и реЭП у пациентов с ТИ ППИ составил 18,6 мес. (МКИ 12,2–29,3).

При поступлении для реимплантации эндопротеза все пациенты использовали средства дополнительной опоры при ходьбе, большинство из них (87,5%) пользовались двумя костылями ($n = 21$), в одном случае (4,2%) пациент при ходьбе использовал две трости, двое (8,3%) пациентов — одну трость постоянно.

В анамнезе у всех включенных в исследование пациентов было более трех операций (Me 6, МКИ 5–7), что привело к формированию значительных костных дефектов вертлужной впадины и проксимального отдела бедренной кости. В 29,2% случаев ($n = 7$) выявленные дефекты вертлужной впадины соответствовали IIIA типу, в остальных случаях — типам IIA–IIC, а дефекты бедренной кости в 66,7% ($n = 16$) случаев — III и IV типам по классификации W.G. Paprosky, в остальных наблюдениях — I и II типам.

Большая продолжительность операции ревизионного эндопротезирования у исследуемой группы пациентов (Me 140 мин., МКИ 100–160) была обусловлена целым рядом технических сложностей, связанных с измененной анатомией сустава. Сформированный в результате длительного течения инфекционного процесса и многочисленных оперативных вмешательств массив плотной рубцовой ткани, а также необходимость сохранения ротированного мышечного лоскута существенно затрудняли доступ к вертлужной впадине. Оперативный доступ проводили по старому послеоперационному рубцу. Чаще всего доступ производили между передним краем вертлужной впадины и мышечным лоскутом, который оттесняли ретракторами Хофмана кзади. После имплантации эндопротеза лоскут возвращали на место, оборачивая им шейку эндопротеза, тем самым уменьшая полость ТБС. При втором варианте доступ проводили между лоскутом и задним краем вертлужной впадины и оттесняли кпереди. Только у 3 больных из 24 (12,5%) были использованы бедренные компоненты с цементным типом фиксации, в остальных 87,5% случаев ($n = 21$) были установлены бесцементные бедренные компоненты, преимущественно конические с дистальной фиксацией. В вертлужную впадину, как правило, имплантировали компоненты из трабекулярного металла с большим

количеством отверстий. Для замещения обширных дефектов вертлужной впадины использовали ацетабулярные аугменты из тантала или аллогенную кость с антибиотиком, в трех случаях применяли систему sup-sage с установкой антипротрузионного кольца, в одном случае — индивидуальный полусферический вертлужный компонент. Несмотря на существенное количество пациентов с дефектом проксимального отдела бедренной кости III–IV типов по классификации W.G. Paprosky ($n = 16$), имеющийся за счет мышечного лоскута запас мягких тканей между фасцией и бедренной костью препятствовал вывиху эндопротеза, что позволило использовать систему двойной мобильности только в 6 (25%) случаях.

Отдаленные функциональные результаты лечения после реЭП были оценены в среднем через 3,1 года (МКИ 2,1–4,1). Опорная функция конечности была восстановлена у всех прооперированных больных. При этом доля пациентов, которые пользовались двумя костылями, в сравнении с дооперационным периодом снизилась более чем в 5 раз ($p < 0,05$), а 70,7% пациентов использовали одну трость или ходили без средств дополнительной опоры (рис. 1).

После реимплантации эндопротеза полное восстановление длины конечности было достигнуто в 29,1% случаев ($n = 7$). В среднем компенсация укорочения длины конечности составила 4,5 см: с 6,5 (МКИ 5,0–8,0) до 2 см (МКИ 0–3,8) ($p < 0,05$). Основными причинами невозможности полного восстановления длины оперированной конечности являлись укорочение нижней конечности более чем на 6 см, выраженный рубцовый процесс параартикулярных тканей, высокий риск развития невропатии седалищного нерва. При этом нарушение походки разной степени наблюдалось у всех пациентов. Длину конечности практически все пациенты компенсировали ортопедической обувью. Только в одном случае (4,2%) было выполнено этапное удлинение конечности в АВФ на 7 см.

Изучение отдаленных функциональных результатов после реЭП с применением шкалы Харриса, опросников EQ-5D и ВАШ показало их статистически значимое улучшение по сравнению с дооперационным уровнем ($p < 0,05$) (табл. 1).

Функциональный результат по опроснику Харриса у всех пациентов, поступивших для реЭП после резекционной артропластики с НМП,

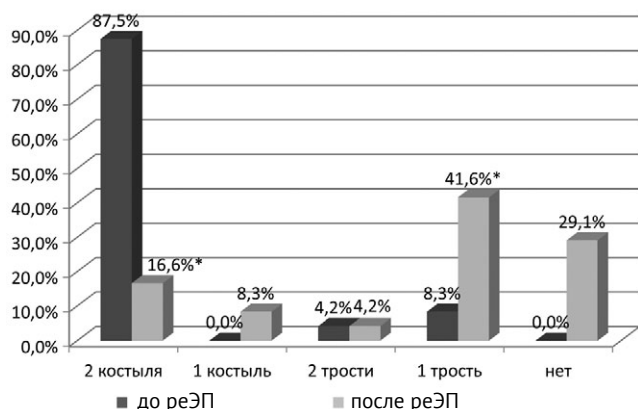


Рис. 1. Распределение пациентов в зависимости от используемых средств дополнительной опоры до и после реэндопротезирования * $p < 0,05$

Fig. 1. Distribution of patients depending on the used tools for additional support before and after rTHA * $p < 0,05$

Таблица 1

Динамика функциональных результатов до и после ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава, Me (МКИ)

Показатель	До реЭП	После реЭП
EQ-5D (общий балл-коэффициент)	0,61 (0,54–0,65)	0,74 (0,65–0,85)
EQ-5D (индивидуальная оценка), баллы	50 (40–73)	80 (79–85)
Шкала Харриса, баллы	53 (50–57)	83 (78–85)
ВАШ, баллы	3 (2–3)	1 (1–2)
Укорочение, см	6,5 (5,0–8,0)	2 (0–3,5)
Довольны, n (%)	17 (70,8)	23 (95,8)

$p < 0,05$.

был неудовлетворительным. Реимплантация эндопротеза позволила достичь через 2 года после операции статистически значимого ($p < 0,05$) улучшения функционального состояния оперированного сустава у подавляющего большинства пациентов (рис. 2).

Согласно ответам по опроснику EQ-5D, в среднем степень удовлетворенности качеством жизни больными после реЭП статистически значимо по-

высилась по индивидуальной оценке и по общему баллу-коэффициенту. Значительная доля пациентов отмечала повышение удовлетворенности по большинству анализируемых показателей. До операции не испытывали трудности в подвижности 8,3% пациентов ($n = 2$), а после операции — 41,7% ($p < 0,05$). Также увеличилась доля больных, отмечавших положительную динамику в отношении болевого синдрома, тревоги и депрессии (табл. 2).

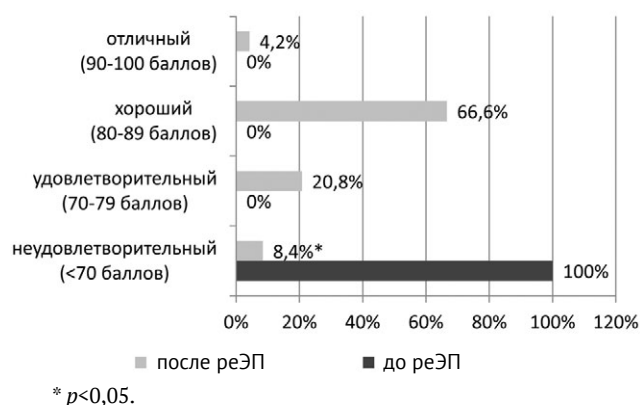


Рис. 2. Распределение пациентов в зависимости от функциональных результатов по опроснику Харриса до и после реэндопротезирования

Fig. 2. Distribution of patients depending on the functional outcomes from the modified Harris hip score before and after rTHA

Таблица 2

Динамика функциональных результатов по опроснику EQ-5D до и после реэндопротезирования, n (%)

Категория EQ-5D	Вариант ответа	До реЭП (n = 24)	После реЭП (n = 24)	p
Подвижность	Не испытывает трудностей	2 (8,3)	10 (41,7)	<0,05
	Небольшие трудности	6 (25)	12 (50)	>0,05
	Умеренные трудности	10 (41,7)	2 (8,3)	<0,05
	Большие трудности	6 (25)	–	>0,05
	Не в состоянии ходить	–	–	–
Уход за собой	Не испытывает трудностей	3 (12,5)	6 (25)	>0,05
	Небольшие трудности	5 (20,8)	14 (58,3)	<0,05
	Умеренные трудности	11 (45,8)	4 (16,7)	>0,05
	Большие трудности	5 (20,8)	–	>0,05
	Не в состоянии мыться/одеваться	–	–	–
Привычная повседневная деятельность	Дается без труда	1 (4,2)	4 (16,7)	>0,05
	Немного затруднительно	8 (33,3)	18 (75)	>0,05
	Умеренно затруднительно	13 (54,1)	2 (8,3)	<0,05
	Очень затруднительно	2 (8,3)	–	>0,05
	Не в состоянии заниматься привычной деятельностью	–	–	–
Боль, дискомфорт	Не испытывает боль	3 (12,5)	13 (54,1)	<0,05
	Небольшая боль	14 (58,3)	10 (41,7)	>0,05
	Умеренная боль	7 (29,2)	1 (4,2)	<0,05
	Сильная боль	–	–	–
	Чрезвычайно сильная боль	–	–	–

Окончание таблицы 2

Категория EQ-5D	Вариант ответа	До реЭП (n = 24)	После реЭП (n = 24)	p
Тревога, депрессия	Не испытывает тревоги	16 (66,7)	22 (91,7)	<0,05
	Небольшая тревога	5 (20,8)	2 (8,3)	>0,05
	Умеренная тревога	3 (12,5)	–	>0,05
	Сильная тревога	–	–	–
	Чрезвычайно сильная тревога	–	–	–

Жирным шрифтом выделены статистически значимые результаты.

Аналогичные результаты получены в ходе оценки болевого синдрома по ВАШ. Средняя интенсивность болевого синдрома снизилась с 3 (МКИ 2–3) баллов при поступлении на второй этап лечения до 1 балла (МКИ 1–2) через 3,1 года после выполнения реЭП ($p < 0,05$). При этом большинство пациентов (79,2%) после реимплантации эндопротеза отмечали полное отсутствие болевого синдрома, или боль была минимальной (1–2 балла) (см. табл. 1). Только 5 (20,8%) пациентов расценивали болевой синдром как умеренный, в то время как до операции таких было 50% ($n = 12$) ($p < 0,05$).

Установлено, что все пациенты после реЭП восстановили способность к самообслуживанию, самостоятельно выполняли легкую работу по дому и не нуждались в помощи окружающих.

Из 24 опрошенных больных после выполнения реЭП 23 (95,8%) были довольны результатами лечения (ответ «да» или «нет»). Только один пациент отмечал, что после резекционной артропластики с НМП было лучше. При детальном обследовании выявлено: несмотря на то, что пациент отметил умеренный уровень болевого синдрома по ВАШ, у него не купировался болевой синдром в области оперированного сустава, ставший причиной вынужденного использования двух костылей в каче-

стве средств дополнительной опоры, что, в свою очередь, может косвенно свидетельствовать о возможном вертеброгенном генезе последнего.

Необходимо отметить, что при опросе до реЭП удовлетворенность пациентов определялась купированием инфекционного процесса после длительного лечения неоднократно рецидивирующей ППИ: отсутствием свищевого хода с гнойным отделяемым и необходимости выполнять в дальнейшем этапные санирующие операции, недовольство же было связано с нарушением функции конечности за счет отсутствия опороспособности.

При микробиологическом исследовании интраоперационных тканевых биоптатов после выполнения реЭП у 16 из 24 (66,7%) пациентов результаты были отрицательными. У 2 (8,3%) больных подтвердился выделенный ранее на этапе НМП возбудитель ППИ. У 3 (12,5%) больных результаты бактериологического исследования полностью не совпали, а у 3 (12,5%) пациентов совпадение было частичным (табл. 3).

В раннем послеоперационном периоде (через 11 и 21 день) у 2 (8,3%) больных после реЭП была выполнена ранняя ревизия с сохранением эндопротеза и заменой его мобильных компонентов в связи с рецидивом ППИ. При этом в одном

Таблица 3

Результаты бактериологического исследования интраоперационных материалов на первом и втором этапах хирургического лечения пациентов

Степень совпадения бактериологического исследования	Возбудитель	
	Первый этап (резекционная артропластика с НМП)	Второй этап (реЭП)
Полное несовпадение	<i>Mycobacterium abscessus</i>	MSSA
	<i>Candida parapsilosis</i> + MRSA + <i>Klebsiella pneumoniae</i>	MRSE
	MRSE	MSSE
Частичное совпадение	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> + MRSE
	<i>Klebsiella pneumoniae</i> + MRSA	<i>Klebsiella pneumoniae</i>
	MRSE + <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	MRSE

случае из тканевых биоптатов, забранных во время ревизии с сохранением эндопротеза, был выделен штамм MSSE, тогда как исходно ТИ ППИ была обусловлена MRSA, а при выполнении реЭП результаты бактериологического исследования тканей были отрицательными. У второго больного возбудителем ППИ являлся MRSA, он же подтвердился и во время реЭП, и во время ревизии с сохранением. При контрольном осмотре в сроки от 3,0 до 3,6 лет признаков рецидива инфекционного процесса у этих пациентов не выявлено.

Еще у одного пациента (4,2%) с отрицательными результатами культурального исследования тканевых биоптатов на этапе реЭП в сроки до 30 дней сформировался свищевой ход, через 44 дня после реЭП ему было выполнена одноэтапная замена ЭП. При этом тканевые биоптаты также были культуронегативными.

В отдаленные сроки (1,5 года после реЭП) в одном случае (4,2%) сформировался постоянно функционирующий свищевой ход, однако пациентка отказалась от оперативного вмешательства. Еще в двух случаях (8,4%) в связи с неоднократными вывихами эндопротеза было выполнено ревизионное вмешательство с установкой системы двойной мобильности.

ОБСУЖДЕНИЕ

До настоящего времени существует мнение, что хроническая ППИ не может считаться вылеченной, потому что бактерии могут оставаться в состоянии покоя в течение многих лет [26]. В нашем исследовании в ходе проведения реЭП у всех больных забирали не менее пяти образцов тканевых биоптатов для бактериологического исследования. Только в 66,7% случаев результаты были отрицательными, что совпадает с данными E. Engelbrecht с соавторами, которые при выполнении реЭП у аналогичной когорты больных получили положительный рост микроорганизмов в 31,5% случаев [27].

Частота ранних рецидивов ППИ в сроки до 30 дней после реЭП, выполненного после резекционной артропластики с НМП по поводу ТИ ППИ, составила в нашем исследовании 12,5% ($n = 3$). При этом своевременные однократные ревизионные вмешательства позволили достичь стойкого купирования инфекционного процесса во всех случаях. При медиане срока наблюдения 3,1 года (МКИ 2,1–4,1) установлен только один случай (4,2%) развития рецидива ППИ, что сравнимо с частотой инфекционных осложнений после «чистых» ревизионных вмешательств на ТБС, которая, по данным ряда авторов, составляет 4,5–7,0% [28, 29, 30, 31]. По данным литературы, частота

рецидива инфекции при выполнении реЭП после резекционной артропластики составляет от 2,3% до 43,0% [22, 23]. Следует отметить, что в данных работах не учитывали характер возбудителя при формировании групп исследования. В нашем исследовании в 95,8% случаев сохранилась стойкая ремиссия ППИ, обусловленной ТДЭ-возбудителями, после реимплантации эндопротеза пациентам с предшествующей резекционной артропластикой с НМП.

Выполненное нами реЭП позволило статистически значимо улучшить отдаленные функциональные результаты и качество жизни пациентов по сравнению с дооперационными показателями. По результатам анкетирования 95,8% опрошенных были довольны результатами лечения. Несмотря на исходный крайне низкий уровень функциональных возможностей после резекционной артропластики с НМП, среднесрочные функциональные результаты после реимплантации эндопротеза, полученные по шкале Харриса, были неудовлетворительными только в 8,4% случаев. Схожие результаты лечения демонстрируют E. Engelbrecht с соавторами, которые в своей работе получили 9% неудовлетворительных результатов по шкале Харриса [27]. По данным W.P. Charlton с соавторами, средний балл по шкале Харриса после выполнения реЭП аналогичной категории пациентов увеличился с 40 баллов до операции до 78 баллов после ее выполнения [22], а в нашем исследовании — с 53 до 83 баллов. Стоит отметить, что полученные нами функциональные результаты сопоставимы с результатами реЭП по неинфекционным причинам, которые, по данным литературы, варьируют от 80 до 91 балла по шкале Харриса [32, 33, 34].

По данным S. Klima с соавторами, разница в длине нижних конечностей в результате реЭП уменьшилась в среднем с 6,8 до 1,0 см [35]. В нашем исследовании восстановить длину оперированной конечности удалось в среднем на 4,5 см. Средняя интенсивность болевого синдрома по ВАШ снизилась с 3 (МКИ 2–3) баллов при поступлении на второй этап лечения до 1 (МКИ 1–2) балла через 2 года после выполнения реЭП. Опорная функция конечности была восстановлена у всех прооперированных больных. Если до реЭП 85% пациентов пользовались двумя костылями, то после его выполнения — только 25% ($p < 0,05$) использовали в качестве дополнительной опоры один или два костыля, самостоятельно ходили без средств дополнительной опоры 29,1% больных; 45,8% пациентов пользовались тростью постоянно либо при длительной ходьбе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплексное двухэтапное хирургическое лечение с применением на этапе санации резекционной артропластики с НМП и последующим ревизионным эндопротезированием продемонстрировало высокую эффективность в отношении купирования инфекционного процесса, а также

восстановления опороспособности и функции конечности. Полученные результаты позволяют рекомендовать данную методику как метод выбора при лечении пациентов с трудноизлечимой ППИ в области ТБС, несмотря на определенные технические сложности при выполнении оперативных вмешательств.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Заявленный вклад авторов

Ливенцов В.Н. — сбор, статистическая обработка данных, написание текста статьи.

Божкова С.А. — концепция и дизайн исследования, написание и редактирование текста статьи, интерпретация полученных данных.

Тихилов Р.М. — концепция исследования.

Артюх В.А. — ведение прооперированных больных, редактирование текста статьи.

Все авторы прочли и одобрили финальную версию рукописи статьи. Все авторы согласны нести ответственность за все аспекты работы, чтобы обеспечить надлежащее рассмотрение и решение всех возможных вопросов, связанных с корректностью и надежностью любой части работы.

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

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

Этическая экспертиза. Не применима.

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

DISCLAIMERS

Author contribution

Liventsov V.N. — data collection and analysis, data statistical processing, manuscript writing.

Bozhkova S.A. — research concept and design, manuscript writing and editing.

Tikhilov R.M. — research concept.

Artyukh V.A. — treatment the patients, manuscript editing.

All authors have read and approved the final version of the manuscript of the article. All authors agree to bear responsibility for all aspects of the study to ensure proper consideration and resolution of all possible issues related to the correctness and reliability of any part of the work.

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

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]

- Rodríguez-Pardo D., Pigrau C., Lora-Tamayo J., Soriano A., del Toro M.D., Cobo J. et al. Gram-negative prosthetic joint infection: outcome of a debridement, antibiotics and implant retention approach. A large multicentre study. *Clin Microbiol Infect.* 2014;20(11):O911-O919. doi: 10.1111/1469-0691.12649.
- Fagotti L., Tatka J., Salles M.J.C., Queiroz M.C. Risk Factors and Treatment Options for Failure of a Two-Stage Exchange. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2018;11(3):420-427. doi: 10.1007/s12178-018-9504-1.
- Rosteius T., Jansen O., Fehmer T., Baecker H., Citak M., Schildhauer T.A. et al. Evaluating the microbial pattern of periprosthetic joint infections of the hip and knee. *J Med Microbiol.* 2018;67(11):1608-1613. doi: 10.1099/jmm.0.000835.
- Papadopoulos A., Ribera A., Mavrogenis A.F., Rodriguez-Pardo D., Bonnet E., Salles M.J. et al. Multidrug-resistant and extensively drug-resistant Gram-negative prosthetic joint infections: Role of surgery and impact of colistin administration. *Int J Antimicrob Agents.* 2019;53(3):294-301. doi: 10.1016/j.ijantimicag.2018.10.018.
- Wimmer M.D., Hischebeth G.T.R., Randau T.M., Gathen M., Schildberg F.A., Fröschen F.S. et al. Difficult-to-treat pathogens significantly reduce infection resolution in periprosthetic joint infections. *Diagn Microbiol Infect Dis.* 2020;98(2):115114. doi: 10.1016/j.diagmicrobio.2020.115114.
- Тихилов Р.М., Кочиш А.Ю., Разоренов В.Л., Мирзоев Н.Э. Опыт использования островкового лоскута из латеральной широкой мышцы бедра для замещения остеомиелитических дефектов в области вертлужной впадины. *Травматология и ортопедия России.* 2005;(3):26-29.
Tikhilov R.M., Kochish A.Ju., Razorjonov V.L., Mirzoev N.E. [The experience of using the island flap from the lateral vastus muscle for the osteomyelitic defect building in acetabular region]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2005;(3):26-29. (In Russian).
- Руководство по хирургии тазобедренного сустава. Под ред. Р.М. Тихилова, И.И. Шубнякова. Санкт-Петербург: РНИИТО им. Р.Р. Вредена; 2015. Т. 2. с. 208-257.
[Guidelines on hip surgery]. Ed. by R. Tikhilov, I. Shubnyakov. St. Petersburg; 2015. Vol. 2. p. 208-257. (In Russian).

8. Ливенцов В.Н., Божкова С.А., Кочиш А.Ю., Артюх В.А., Разоренов В.Л., Лабутин Д.В. Трудноизлечимая перипротезная инфекция тазобедренного сустава: результаты санирующих операций. *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(4): 88-97. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-4-88-97. Liventsov V.N., Bozhkova S.A., Kochish A.Yu., Artyukh V.A., Razorenov V.L., Labutin D.V. [Difficult-To-Treat Periprosthetic Hip Infection: Outcomes of Debridement]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and orthopedics of Russia]. 2019;25(4):88-97. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-4-88-97.
9. Винклер Т., Трампуш А., Ренц Н., Перка К., Божкова С.А. Классификация и алгоритм диагностики и лечения перипротезной инфекции тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2016;(1):33-45. Winkler T., Trampuz A., Renz N., Perka C., Bozhkova S.A. [Classification and algorithm for diagnosis and treatment of hip periprosthetic infection]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2016;(1):33-45. (In Russian).
10. Suda A.J., Heppert V. Vastus lateralis muscle flap for infected hips after resection arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br*. 2010;92(12):1654-1658. doi: 10.1302/0301-620X.92B12.25212.
11. Hong J.P.J., Goh T.L.H., Choi D.H., Kim J.J., Suh H.S. The Efficacy of Perforator Flaps in the Treatment of Chronic Osteomyelitis. *Plast Reconstr Surg*. 2017; 140(1):179-188. doi: 10.1097/PRS.0000000000003460.
12. Wang K.Y., Liu W.C., Chen C.F., Chen L.W., Chen H.C., Yang K.C. Osteomyocutaneous Free Fibula Flap Prevents Osteoradionecrosis and Osteomyelitis in Head and Neck Cancer Reconstruction. *J Reconstr Microsurg*. 2021;37(6):524-529. doi: 10.1055/s-0040-1722647.
13. Ahlgren S.A., Gudmundsson G., Bartholdsson E. Function after removal of a septic total hip prosthesis. A survey of 27 Girdlestone hips. *Acta Orthop Scand*. 1980;51(3): 541-545. doi: 10.3109/17453678008990838.
14. Ballard W.T., Lowry D.A., Brand R.A. Resection arthroplasty of the hip. *J Arthroplasty*. 1995;10(6): 772-779. doi: 10.1016/s0883-5403(05)80073-7.
15. Basu I., Howes M., Jowett C., Levack B. Girdlestones excision arthroplasty: current update. *Int J Surg*. 2011;9(4):310-313. doi: 10.1016/j.ijsu.2011.01.012.
16. Sharma H., De Leeuw J., Rowley D.I. Girdlestone resection arthroplasty following failed surgical procedures. *Int Orthop*. 2005;29(2):92-95. doi: 10.1007/s00264-004-0633-3.
17. Vincenten C.M., Den Oudsten B.L., Bos P.K., Bolder S.B.T., Gosens T. Quality of life and health status after Girdlestone resection arthroplasty in patients with an infected total hip prosthesis. *J Bone Jt Infect*. 2019;4(1):10-15. doi: 10.7150/jbji.28390.
18. Vincenten C.M., Gosens T., van Susante J.C., Somford M.P. The Girdlestone situation: a historical essay. *J Bone Jt Infect*. 2019;4(5):203-208. doi: 10.7150/jbji.36618.
19. Stoklas J., Rozkydal Z. [Resection of head and neck of the femoral bone according to Girdlestone]. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2004;71(3):147-51. (In Czech).
20. de Laat E.A., van der List J.J., van Horn J.R., Slooff T.J. Girdlestone's pseudarthrosis after removal of a total hip prosthesis; a retrospective study of 40 patients. *Acta Orthop Belg*. 1991;57(2):109-113.
21. Кавалерский Г., Мурылёв В., Елизаров П., Рукин Я., Жучков А. Антибиотикотерапия при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава. *Врач*. 2011;(7):73-76. Kavalersky G., Murylev V., Rukin Ya., Zhuchkov A. [Antibiotic therapy during revision endoprosthetic replacement of the hip joint]. *Vrach*. 2011;(7):73-76. (In Russian).
22. Charlton W.P., Hozack W.J., Teloken M.A., Rao R., Bissett G.A. Complications associated with reimplantation after girdlestone arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2003;(407):119-126. doi: 10.1097/00003086-200302000-00019.
23. Rittmeister M.E., Manthei L., Hailer N.P. Prosthetic replacement in secondary Girdlestone arthroplasty has an unpredictable outcome. *Int Orthop*. 2005;29(3):145-148. doi: 10.1007/s00264-005-0635-9.
24. EuroQol Group. EuroQol – a new facility for the measurement of health-related quality of life. *Health Policy*. 1990;16(3):199-208. doi: 10.1016/0168-8510(90)90421-9.
25. Scott J., Huskisson E.C. Graphic representation of pain. *Pain*. 1976;2(2):175-184.
26. Shieh S.J., Jou I. Management of intractable hip infection after resectional arthroplasty using a vastus lateralis muscle flap and secondary total hip arthroplasty. *Plast Reconstr Surg*. 2007;120(1):202-207. doi: 10.1097/01.prs.0000264067.68714.a6.
27. Engelbrecht E., Siegel A., Kappus M. [Total hip endoprosthesis following resection arthroplasty]. *Orthopade*. 1995;24(4):344-352. (In German).
28. Barrett L., Atkins B. The clinical presentation of prosthetic joint infection. *J Antimicrob Chemother*. 2014;69 Suppl 1:i25-27. doi: 10.1093/jac/dku250.
29. Boddapati V., Fu M.C., Tetreault M.W., Blevins J.L., Richardson S.S., Su E.P. Short-term Complications After Revision Hip Arthroplasty for Prosthetic Joint Infection Are Increased Relative to Noninfectious Revisions. *J Arthroplasty*. 2018;33(9):2997-3002. doi: 10.1016/j.arth.2018.05.001.
30. Rasouli M.R., Restrepo C., Maltenfort M.G., Purtill J.J., Parvizi J. Risk factors for surgical site infection following total joint arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2014;96(18):e158. doi: 10.2106/JBJS.M.01363.
31. Renard G., Laffosse J.M., Tibbo M., Lucena T., Cavaignac E., Rouvillain J.L. et al. Periprosthetic joint infection in aseptic total hip arthroplasty revision. *Int Orthop*. 2020;44(4):735-741. doi: 10.1007/s00264-019-04366-2.
32. Sidhu G.A.S., Kaur H., Singh H., Hind J., Ashwood N. Prospective Study Showing Results of Large-Diameter Femoral Heads After Cementless Total Hip Replacement. *Cureus*. 2021;13(1):e12610. doi: 10.7759/cureus.12610.
33. Brown T.S., McLaughlin R.J., Berry D.J., Lewallen D.G., Trousdale R.T., Sierra R.J. What Is the Survivorship of Revision Surgery Performed for the Chronically Dislocated THA? *Clin Orthop Relat Res*. 2019;477(2):374-379. doi: 10.1097/CORR.000000000000392.
34. Gilbert R.E., Cheung G., Carrothers A.D., Meyer C., Richardson J.B. Functional results of isolated femoral revision of hip resurfacing arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2010;92(7):1600-1604. doi: 10.2106/JBJS.I.00698.
35. Klima S., Zeh A., Josten C. [Reimplantation of a hip prosthesis in patients with an infected resection arthroplasty]. *Z Orthop Unfall*. 2008;146(5):616-623. (In German). doi: 10.1055/s-2008-1038719.

Сведения об авторах

✉ *Ливенцов Виталий Николаевич* — канд. мед. наук

Адрес: Россия, 195427, г. Санкт-Петербург,

ул. Академика Байкова, д. 8

<https://orcid.org/0000-0001-8748-2134>

e-mail: vnliventsov@yandex.ru

Божкова Светлана Анатольевна — д-р мед. наук

<https://orcid.org/0000-0002-2083-2424>

e-mail: clinpharm-rniito@yandex.ru

Тихилов Рашид Муртузалиевич — чл.-корр. РАН,

д-р мед. наук, профессор

<https://orcid.org/0000-0003-0733-2414>

e-mail: rtikhilov@gmail.com

Артюх Василий Алексеевич — канд. мед. наук

<https://orcid.org/0000-0002-5087-6081>

e-mail: artyukhva@mail.ru

Authors' information

✉ *Vitaly N. Liventsov* — Cand. Sci. (Med.)

Address: 8, Akademika Baykova str., St. Petersburg, 195427, Russia

<https://orcid.org/0000-0001-8748-2134>

e-mail: vnliventsov@yandex.ru

Svetlana A. Bozhkova — Dr. Sci. (Med.)

<https://orcid.org/0000-0002-2083-2424>

e-mail: clinpharm-rniito@yandex.ru

Rashid M. Tikhilov — Dr. Sci. (Med.), Professor

<https://orcid.org/0000-0003-0733-2414>

e-mail: rtikhilov@gmail.com

Vasily A. Artyukh — Cand. Sci. (Med.)

<https://orcid.org/0000-0002-5087-6081>

e-mail: artyukhva@mail.ru



Использование заднемедиального хирургического доступа для остеосинтеза при переломах лодыжек и заднего края большеберцовой кости

И.Г. Беленький^{1,2}, Б.А. Майоров^{1,3}, А.Ю. Кочиш^{4,5}, Г.Д. Сергеев^{1,2}, Ю.В. Рефицкий¹, В.Е. Савелло^{1,3}, С.С. Смирнов³

¹ ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе», г. Санкт-Петербург, Россия

² ФБГОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург, Россия

³ ФБГОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

⁴ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

⁵ ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России, г. Санкт-Петербург, Россия

Актуальность. Хирургическое лечение поврежденных лодыжечного сегмента осуществляется в соответствии с принципами лечения внутрисуставных переломов. Применение заднемедиального доступа за счет прямой репозиции фрагментов большеберцовой кости позволяет улучшить результаты хирургического лечения пострадавших.

Цель исследования — оценить эффективность и целесообразность применения модифицированного заднемедиального доступа у пациентов с нестабильными переломами лодыжек и заднего края большеберцовой кости.

Материал и методы. Двадцать два пациента с нестабильными переломами лодыжек и заднего края большеберцовой кости прооперированы с применением заднемедиального хирургического доступа. Рентгенологический контроль осуществляли на следующий день после операции и через 6, 12, 24 и 48 нед. после остеосинтеза. Функциональные результаты лечения оценивали через 12, 24 и 48 нед. после операции по шкалам AOFAS и Neer.

Результаты. Медиана (Me) длительности предоперационного периода составила 9 дней (min = 6, max = 24 дней, Q1–Q3 = 7–10 дней) и во многом определялась состоянием мягких тканей. У 91% пациентов была достигнута анатомичная репозиция фрагмента заднего края большеберцовой кости. Рентгенологические признаки сращения отмечены у 17 (77%) пациентов через 12 нед. после операции и у 22 (100%) пациентов через 24 нед. Случаев развития осложнений не выявлено. За время наблюдения объем движений в голеностопном суставе статистически значимо ($p < 0,01$) увеличился: Me через 12 нед. после операции составила 40° (min = 30°, max = 55°, Q1–Q3 = 35–45°), через 48 нед. — 55° (min = 50°, max = 65°, Q1–Q3 = 55–60°). Отмечалось статистически значимое ($p < 0,01$) улучшение показателей с течением времени при оценке функциональных исходов по шкалам AOFAS и Neer.

Заключение. Заднемедиальный доступ эффективен при нестабильных переломах лодыжек и заднего края большеберцовой кости и позволяет добиться высоких функциональных результатов лечения.

Ключевые слова: остеосинтез, внутрисуставной перелом, перелом лодыжек, заднемедиальный доступ.

Беленький И.Г., Майоров Б.А., Кочиш А.Ю., Сергеев Г.Д., Рефицкий Ю.В., Савелло В.Е., Смирнов С.С. Использование заднемедиального хирургического доступа для остеосинтеза при переломах лодыжек и заднего края большеберцовой кости. Травматология и ортопедия России. 2022;28(3):16–28. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-1800>.

Беленький Игорь Григорьевич; e-mail: belenkiy.trauma@mail.ru

Рукопись получена: 03.07.2022. Рукопись одобрена: 15.08.2022. Статья опубликована: 12.09.2022.

© Беленький И.Г., Майоров Б.А., Кочиш А.Ю., Сергеев Г.Д., Рефицкий Ю.В., Савелло В.Е., Смирнов С.С., 2022



Posteromedial Approach in Fracture Fixation of Malleoli and Posterior Edge of Tibia

Igor' G. Belen'kii^{1,2}, Boris A. Maiorov^{1,3}, Aleksandr Yu. Kochish^{4,5}, Gennadii D. Sergeev^{1,2}, Yurii V. Refitskii¹, Viktor E. Savello^{1,3}, Sergei S. Smirnov³

¹ St. Petersburg I.I. Dzhanlidze Research Institute of Emergency Medicine, St. Petersburg, Russia

² St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

³ Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russia

⁴ Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

⁵ Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia

Background. Surgical treatment of malleoli injuries is performed according to the principles of articular fractures management. It is particularly true for ankle injuries involving fractures of posterior edge of the tibia. The posteromedial approach enables to improve the results of surgical treatment of patients due to the direct reduction of tibia fragments.

Aim of the study – to evaluate the efficacy and advisability of the modified posteromedial approach in patients with unstable fractures of malleoli and posterior edge of the tibia.

Methods. Twenty two patients with unstable fractures of malleoli and posterior edge of the tibia underwent surgical treatment via the posteromedial approach. The X-ray control was performed the next day after the surgery as well as 6, 12, 24 and 48 weeks from the osteosynthesis. The functional results were evaluated in 12, 24 and 48 weeks after the surgery with the use of AOFAS and Neer scales.

Results. The average duration of postoperative period (9.3 ± 3.8 days) was mainly determined by the state of the soft tissues. 91% of patients had anatomical reduction of posterior edge fragment of the tibia, 17 (77%) from 22 patients demonstrated fracture consolidation in X-rays 12 weeks after the surgery and all 22 patients (100%) 24 weeks after surgery. There were no cases of postoperative complications in patients 24 weeks after the surgery. While managing patients the range of motion in the ankle joint increased from $41.1 \pm 6.9^\circ$ 12 weeks after the surgery to $57.3 \pm 4.6^\circ$ 48 weeks after the surgery, that was statistically significant ($p < 0.01$). The functional results improved as well according to both AOFAS and Neer scales and this improvement was also statistically significant ($p < 0.01$).

Conclusion. The is rather effective in Patients with unstable fractures of malleoli and posterior edge of the tibia had a statistically significant improvement in function after posteromedial approach.

Keywords: fracture fixation, articular fracture, malleoli fracture, posteromedial approach.

Cite as: Belen'kii I.G., Maiorov B.A., Kochish A.Yu., Sergeev G.D., Refitskii Yu.V., Savello V.E., Smirnov S.S. [Posteromedial Approach in Fracture Fixation of Malleoli and Posterior Edge of Tibia]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2022;28(3):16-28. (In Russian). <https://doi.org/10.17816/2311-2905-1800>.

✉ Igor' G. Belenkiy; e-mail: belenkiy.trauma@mail.ru

Submitted: 03.07.2022. Accepted: 15.08.2022. Published: 12.09.2022.

© Belen'kii I.G., Maiorov B.A., Kochish A.Yu., Sergeev G.D., Refitskii Yu.V., Savello V.E., Smirnov S.S., 2022

ВВЕДЕНИЕ

Переломы лодыжек являются достаточно тяжелой травмой, сопровождающейся высокой долей осложнений [1]. Отсутствие качественной репозиции фрагментов перелома приводит к выраженным нарушениям функции голеностопного сустава (ГСС) [2]. В большей степени это характерно для нестабильных переломов области ГСС, сочетающихся с переломом заднего края большеберцовой кости (ББК). Именно поэтому подобные травмы находятся в зоне повышенного интереса современной оперативной травматологии. Подходы к лечению пациентов с такими сложными повреждениями в последние годы существенно изменились. Если раньше считалось, что при таких переломах предпочтительна закрытая репозиция фрагмента заднего края ББК и его фиксация винтами, проведенными спереди назад, то сегодня все больше специалистов обращают внимание на то, что только точное восстановление анатомии всех поврежденных костных структур может обеспечить оптимальное восстановление функции ГСС и снизить риск развития клинически значимого посттравматического артроза [3, 4]. В соответствии с этой концепцией требуются открытая и точная репозиция фрагмента заднего края ББК и его фиксация в направлении сзади наперед, что возможно выполнить только из задних хирургических доступов [5].

Заднелатеральный доступ уже нашел широкое применение при оперативном лечении пациентов с нестабильными переломами лодыжек, сочетающимися с переломом заднего края ББК [6, 7]. Несмотря на то, что этот доступ обеспечивает возможность открытой и точной (анатомичной) репозиции фрагмента заднего края ББК с одновременным остеосинтезом перелома латеральной лодыжки и фиксацией дистального межберцового синдесмоза, нельзя сказать, что он полностью лишен недостатков и может применяться во всех клинических ситуациях. Кроме того, некоторые авторы выполняют его в положении пациента на животе, что значительно затрудняет репозицию и фиксацию отломка медиальной лодыжки, а также репозицию переднего отдела дистального межберцового синдесмоза и фиксацию переднелатерального фрагмента ББК (фрагмент Tillaux–Charut) и переднелатерального фрагмента малоберцовой кости (МБК) (фрагмент LeFort) [6]. Поэтому при наличии обсуждаемых повреждений и выполнении заднелатерального доступа необходимо производить интраоперационный поворот пациента, что увеличивает время операции и повышает риск инфекционных осложнений.

Помимо этого, в случаях 3-го типа перелома заднего края ББК по J. Bartoniček с соавторами [8], предполагающего наличие заднего фрагмента

медиальной лодыжки, применение заднелатерального доступа также неудобно, так как прямой подход к указанному костному фрагменту из этого доступа невозможен. В таких случаях ряд авторов рекомендуют применять альтернативный заднемедиальный доступ и говорят о том, что его использование оправдано во многих клинических ситуациях, так как позволяет восстановить анатомию поврежденного ГСС и стабильно зафиксировать переломы заднего края ББК и медиальной лодыжки [9, 10].

В то же время техника выполнения заднемедиального хирургического доступа, его преимущества, недостатки и показания к применению для остеосинтеза при нестабильных переломах лодыжек и заднего края ББК окончательно не определены, а отечественные научные публикации по этой актуальной проблеме современной травматологии нам не встретились. Указанные причины послужили основанием для проведения предварительного клинического исследования, результаты которого представлены и обсуждены в настоящей статье.

Цель исследования — оценить особенности техники модифицированного заднемедиального хирургического доступа и эффективность его применения для остеосинтеза у пациентов с нестабильными переломами лодыжек и заднего края большеберцовой кости, а также уточнить показания к его клиническому использованию.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Проспективное многоцентровое когортное исследование было проведено на базе отделений травматологии и ортопедии двух стационаров Ленинградской области: Всеволожской КМБ и Тосненской КМБ, а также Санкт-Петербургского НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе в период с 2020 по 2021 г.

Пациенты

В группу исследования были включены 22 пациента (5 мужчин и 17 женщин) с нестабильными переломами лодыжек, сочетающимися с переломом заднего края ББК, прооперированных с применением заднемедиального хирургического доступа. Важным критерием включения в исследование являлась возможность оценить в динамике функциональные результаты лечения в сроки 12, 24 и 48 нед. после оперативного вмешательства. Средний возраст пациентов варьировал от 31 до 80 лет: медиана (Me) — 50,5 лет, интерквартильная широта (IQR) — от 44 до 61 года.

У большинства пациентов механизмом травмы стало подворачивание стопы при падении с высоты собственного роста, то есть травма име-

ла непрямой низкоэнергетический характер. Высокоэнергетическая травма была констатирована у двоих пациентов, упавших с велосипеда, и двоих, упавших с небольшой высоты.

Предоперационное исследование

Оценку типа перелома и повреждения структур ГСС проводили на основании анализа рентгенограмм в двух проекциях с использованием классификации Ассоциации остеосинтеза (АО) [11]. У 12 (55%) пациентов перелом был оскольчатый чрезсиндесмозным с вовлечением заднего края ББК типа 44В3, у 3 (14%) пациентов он был простым надсиндесмозным типа 44С1.3, у 5 (23%) пациентов — оскольчатый типа 44С2.3, а еще у двоих (9%) перелом МБК локализовался в верхней ее трети — тип 44С3.3. У большинства пациентов (64%) отмечались выраженная вальгусная деформация ГСС, подвывих стопы кнаружи и кзади.

В ходе лечения у 19 (86%) пациентов первичную репозицию отломков и гипсовую иммобилизацию проводили при поступлении в условиях местной анестезии. Однако троим пациентам (14%) ввиду значительного отека мягких тканей и неустраняемого подвывиха стопы было наложено скелетное вытяжение за пяточную кость. Для качественного предоперационного планирования и определения тактики хирургического лечения (выбора доступов) у всех пациентов выполняли предоперационное КТ-сканирование области ГСС с оценкой архи-

тектоники перелома и имеющихся компонентов повреждения на основании 3D-реконструкции, анализа сагиттальных, фронтальных и аксиальных срезов.

Степень расхождения дистального межберцового синдесмоза определяли с учетом контуров МБК и ББК в области дистальной малоберцовой вырезки по аксиальным КТ-срезам. Отдельно оценивали размер отломка заднего края ББК, используя общепринятую методику, предполагающую измерение доли суставной поверхности отломанного фрагмента от всей суставной поверхности ББК на боковой рентгенограмме [7]. Конфигурацию заднего края ББК определяли по данным КТ, прежде всего аксиальных срезов, применяя методику и классификацию J. Bartoniček с соавторами [8]. При анализе аксиальных КТ-срезов удавалось определять локализацию и размеры выявленных фрагментов суставной поверхности ББК, интерполирующую линию перелома (рис. 1).

Измерения размеров костных фрагментов проводили также по боковым рентгенограммам области ГСС с использованием инструментов программы просмотра рентгеновских изображений Radiant Dicom Viewer. В частности, определяли долю суставной поверхности, приходящуюся на фрагмент заднего края ББК, а результаты представляли в виде десятичных дробей, где за единицу принимали всю суставную поверхность дистального отдела ББК.

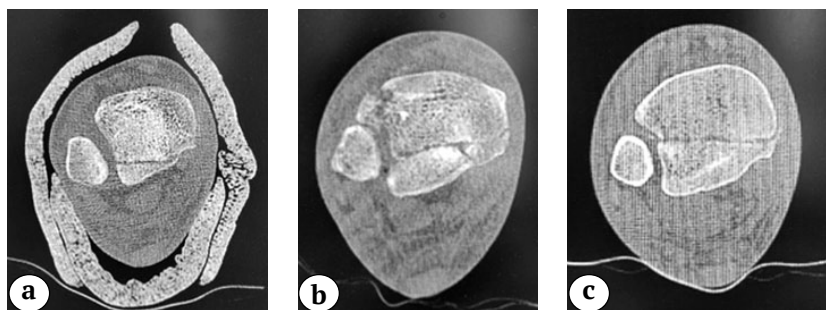


Рис. 1. Различия в размерах отломка заднего края ББК на аксиальных срезах КТ разных пациентов:

а — интраинцизурный заднелатеральный фрагмент с вовлечением 1/3–1/4 малоберцовой вырезки (тип 2 по J. Bartoniček с соавторами);

б — интраинцизурный заднемедиальный двухфрагментарный перелом, включающий заднюю часть малоберцовой вырезки латерально и заднюю часть медиальной лодыжки медиально (тип 3 по J. Bartoniček с соавторами);

с — большой заднелатеральный фрагмент треугольной формы, включающий заднюю половину малоберцовой вырезки (тип 4 по J. Bartoniček с соавторами)

Fig. 1. Differences in the size of the tibia posterior edge fragment on axial CT sections of different patients:

a — intra-incisural posterolateral fragment involving 1/3–1/4 fibular incisura (type 2 according to J. Bartoniček et al.);

b — intra-incisural posteromedial two-fragmental fracture, including the posterior part of the fibular incisura laterally and the posterior part of the medial ankle medially (type 3 according to J. Bartoniček et al.);

c — large posterolateral fragment of triangular shape, including the posterior half of the fibular incisura (type 4 according to J. Bartoniček et al.)

Хирургическая техника

Хирургическая техника в целом соответствовала способу расширенного заднемедиального доступа, описанному Y. Wang с соавторами [12]. Операцию выполняли в положении пациента лежа на спине с согнутой в коленном суставе и ротированной наружу нижней конечностью. Разрез кожи начинали на расстоянии 10 см от уровня верхушки медиальной лодыжки и проводили его продольно по середине расстояния между медиальным краем ахиллова сухожилия и лодыжкой, начиная его вертикально на уровне проксимальной и средней третей разреза с последующим изгибом кпереди в нижней ее трети и с продолжением чуть ниже ее верхушки. Собственную фасцию голени и удерживатель сухожилий-сгибателей рассекали продольно, получая после разведения последних два возможных «хирургических окна»: между сухожилиями задней большеберцовой мышцы и длинного сгибателя пальцев, а также между сухожилиями последней мышцы и длинного сгибателя большого пальца стопы. Диссекцию и разведение тканей проводили осторожно ввиду риска повреждения задних большеберцовых сосудов и большеберцового нерва. При этом, в отличие от описанной в литературе общепринятой техники, указанный сосудисто-нервный пучок отводили кзади без его мобилизации [4].

Репозицию костных отломков начинали с манипуляций с фрагментом заднего края ББК, мобилизуя его и устанавливая на место, ориентируясь на верхнюю линию перелома — непосредственно в ране — и суставную поверхность ББК, визуализируемую с помощью электронно-оптического преобразователя (ЭОП) в боковой и прямой проекциях. Для временной фиксации фрагмента заднего края ББК применяли спицы Киршнера. В трех случаях (14%) для анатомичной репозиции фрагмента заднего края ББК потребовалось удалить мелкий фрагмент суставной поверхности, интерпонирующий между основным фрагментом заднего края ББК и его ложем. Еще в одном случае (4%) удалось выполнить реимпакцию фрагмента суставной поверхности заднего края ББК, так как зона импакции локализовалась с заднемедиальной стороны последнего, что отчасти и послужило поводом для выбора заднемедиального доступа у данного пациента.

В ряде случаев для репозиции отломка заднего края ББК применяли «остроконечный» костодержатель, устанавливая его под визуальным контролем. При наличии тенденции к вертикальному смещению применяли метод последовательной компрессии на пластине по типу противоскользящего эффекта под ЭОП контролем, когда за счет поджимания пластины к диафизарной части ББК выше перелома заднего края ББК происходит его

правильное позиционирование (поджимание к ложу) с последующей межфрагментарной компрессией [7, 13].

Фиксацию фрагмента заднего края ББК проводили с использованием винтов для губчатой кости с неполной резьбой 4,0 мм в 6 случаях и пластин — в 16 случаях. Для этого применяли короткие 1/3-трубчатые пластины на 3–5 отверстий, Т-образные пластины из набора для фиксации малых костных фрагментов, вводя в них кортикальные винты 3,5 мм и винты для губчатой кости с неполной резьбой 4,0 мм (рис. 2).

Репозицию медиальной лодыжки выполняли из переднего окна заднемедиального хирургического доступа с фиксацией ее двумя винтами для губчатой кости с неполной резьбой 4,0 мм в 15 случаях, одним винтом и спицей Киршнера — в 3 случаях оскольчатых переломов, и 1/3-трубчатой пластиной с винтами 3,5 мм — в одном случае при вертикальной линии перелома.

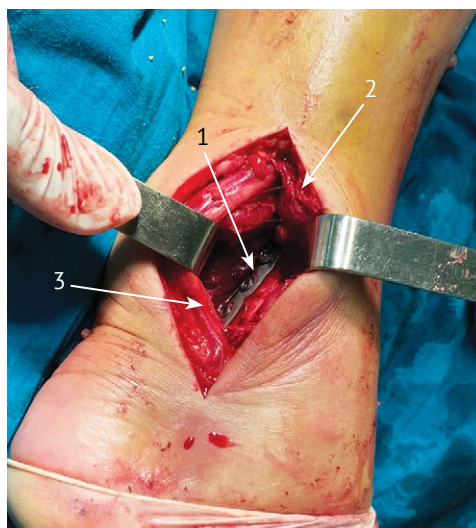


Рис. 2. Интраоперационная фотография выполненного заднемедиального доступа на этапе фиксации заднего края ББК 1/3-трубчатой пластиной:

- 1 — 1/3-трубчатая пластина, фиксирующая задний фрагмент ББК;
- 2 — задняя большеберцовая мышца, длинный сгибатель пальцев, отведенные крючком типа Фарабеф;
- 3 — длинный сгибатель большого пальца и задний сосудисто-нервный пучок, отведенные крючком типа Фарабеф

Fig. 2. Intraoperative photo of the performed posteromedial approach at the stage of fixation of the posterior edge of the tibia with a 1/3-tubular plate: 1 — 1/3-tubular plate fixing the posterior fragment of the tibia; 2 — posterior tibial muscle, flexor digitorum longus, retracted by the Farabeuf hook; 3 — the flexor hallucis longus and the posterior neurovascular bundle, retracted by the Farabeuf hook

У двоих пациентов без костных повреждений медиальных структур ГСС шов дельтовидной связки не выполняли, так как подвывих стопы удавалось устранить после остеосинтеза заднего края ББК, латеральной лодыжки и шинирования дистального межберцового синдесмоза.

Репозицию и фиксацию латеральной лодыжки проводили из стандартного латерального доступа в положении пациента на спине. В большинстве случаев остеосинтез МБК проводили с применением 1/3-трубчатых пластин, кортикальных винтов 3,5 мм и винтов для губчатой кости с неполной резьбой 4,0 мм. В двух случаях при переломах 44С3.3 остеосинтез МБК не проводили, так как зона перелома находилась в верхней ее трети. Однако в обоих этих случаях произвели фиксацию дистального межберцового синдесмоза позиционным винтом. Реконструкцию структур ГСС завершали контролем стабильности дистального межберцового синдесмоза посредством нагрузочных тестов латеральной стабильности [14]. В 10 случаях (46%) выявленной латеральной нестабильности для фиксации дистального межберцового синдесмоза проводили один кортикальный позиционный винт 3,5 мм.

Все этапы остеосинтеза сопровождали интраоперационной флюороскопией в стандартных переднезадней, переднезадней с внутренней ротацией на 15° и боковой проекциях. Регистрировали время каждого оперативного вмешательства и вычисляли их среднюю длительность в минутах. Операцию заканчивали активным дренированием и ушиванием раны, а при чрезмерном натяжении ее краев накладывали швы только на кожу, используя шов Альговера или Донати.

Активные движения в ГСС начинали на следующий день после операции. Нагрузку по оси ограничивали до появления рентгенологических признаков сращения переломов лодыжек. Как правило, этот срок составлял 10–12 нед. с момента операции.

Оценка результатов

Качество репозиции фрагмента заднего края ББК определяли в соответствии с наличием или отсутствием остаточного смещения по линии суставного хряща и/или диастаза в зоне перелома на боковой рентгенограмме. Отличным считали результат репозиции с полным восстановлением анатомии суставной поверхности, отсутствием диастаза между отломками и подвывиха в ГСС. Удовлетворительный результат предполагал наличие ступеньки суставной поверхности и/или диастаза в зоне перелома до 2 мм; неудовлетворительным считали смещение костных отломков по линии суставной поверхности и/или диастазом в зоне перелома более 2 мм и/или подвывихом в ГСС.

Рентгенологический контроль осуществляли на следующий день после операции и в сроки 6, 12, 24 и 48 нед. после остеосинтеза. На всех рентгенограммах отмечали наличие возможных признаков несостоятельности остеосинтеза, миграции имплантатов, потери репозиции и нарастания деформации, а также появление рентгенологических признаков сращения переломов заднего края ББК, МБК и медиальной лодыжки. К таким признакам относили отчетливое «затемнение» или исчезновение линии перелома в случае простых переломов, а также появление видимой костной мозоли в зоне оскольчатого перелома. Кроме того, стандартные рентгенограммы в сроки через 24 и 48 нед. после травмы оценивали на предмет появления признаков посттравматического артроза, особенно при наличии к этим срокам клинических проявлений последнего, заключающихся в персистирующем болевом синдроме, отеках и выраженном ограничении объема движений в ГСС.

В ходе динамического наблюдения за пациентами обращали внимание на сохранение правильных взаимоотношений суставных поверхностей в ГСС, нарастание деформации, вторичного смещения и миграции имплантатов. Функциональные результаты лечения оценивали в баллах через 12, 24 и 48 нед. после хирургического вмешательства по шкалам AOFAS и Neer. Объем движений в ГСС измеряли в указанные сроки по стандартной технологии с применением угломера ортопедического. Амплитуду движений в ГСС определяли как сумму отклонений от нулевого положения стопы (90° относительно оси голени) при ее подошвенном и тыльном сгибании. Полученные данные использовали при оценке функциональных результатов лечения по шкалам AOFAS и Neer.

При анализе ранних и отсроченных осложнений оперативного лечения учитывали случаи глубокой и поверхностной инфекции в области хирургического вмешательства, несостоятельность остеосинтеза, проявляющуюся миграцией имплантатов, замедленное сращение переломов, вторичное смещение отломков, посттравматический деформирующий артроз. При этом относительные величины, характеризующие частоту встречаемости или доли, выражали в процентах.

Статистический анализ

Статистическую обработку полученных количественных данных проводили с применением редактора Excel, а также программы Statistica 8 for Windows (StatSoft). С помощью вышеуказанных программ производили расчет медианы (Me), интерквартильной ширины (IQR) (представлены значения первого и третьего квартилей). Оценку

типа распределения полученных цифровых значений производили с применением критерия Шапиро–Уилка. В связи с ненормальным типом распределения данных для определения статистической значимости различий между анализируемыми выборками применяли непараметрический критерий Фридмана. Определяли статистическую значимость изменений за время наблюдения показателей амплитуды движений в ГСС и баллов, отражающих функциональные результаты лечения по шкалам AOFAS и Neer.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Полный охват всех пациентов спиральной КТ до операции позволил нам провести анализ структуры повреждений ГСС, выявить все компоненты повреждения и оценить индивидуальную архитектуру переломов, что существенно облегчало предоперационное планирование, позволявшее определить последовательность фиксации всех компонентов повреждений из рациональных хирургических доступов.

После анализа результатов КТ у 14 пациентов были выявлены переломы трех классических компонентов: перелом в нижней трети МБК выше синдесмоза, медиальной лодыжки с фрагментом ее переднего бугорка или обоих бугорков, а также заднего края ББК. У 4 пациентов имелся только перелом заднего бугорка медиальной лодыжки, прилегающего к фрагменту заднего края ББК. У этих 4 пациентов и еще у 3 пострадавших с переломом медиальной лодыжки наличие и характер перелома ее заднего бугорка были выявлены только при анализе данных КТ. У троих пациентов не было костных повреждений медиального комплекса ГСС, но имелись повреждения дельтовидной связки. У двоих наших пациентов не было переломов МБК в зоне ГСС и в нижней трети голени. У двоих пациентов был выявлен перелом с наличием переднелатерального фрагмента ББК (фрагмент Tillaux–Charut), а еще у двоих больных — смещение аналогичного переднелатерального фрагмента МБК (фрагмент LeFort). У троих пациентов по данным предоперационной КТ были обнаружены фрагменты импресии части суставной поверхности заднего края ББК.

Разделение пациентов в зависимости от типа перелома заднего края ББК по классификации J. Bartoniček с соавторами было осуществлено только после оценки данных КТ. У 13 (59%) пациентов был определен 3-й тип перелома заднего края ББК, у 3 (14%) пациентов — 2-й тип, у 6 (27%) пациентов — 4-й тип. Ме значений размера отломка заднего края ББК составила 0,28 (от 0,1 до

0,5 части суставной поверхности ББК), интерквартильная широта — от 0,2 до 0,4.

Таким образом, использование спиральной КТ на этапе предоперационного планирования выявило широкое разнообразие повреждений, встречавшихся у пациентов с нестабильными переломами лодыжек и заднего края ББК, а также позволило сделать обоснованный выбор конкретной тактики фиксации костных отломков.

Важным моментом, определяющим сроки хирургического вмешательства, явилась нормализация состояния мягких тканей. Оптимальным временем выполнения операции считали появление клинических признаков нормализации микроциркуляции в зоне травмы, проявляющихся регрессом отека мягких тканей и эпителизацией фликтен при их наличии. Ме длительности предоперационного периода составила 9 дней (от 6 до 24 дней), IQR — от 7 до 10 дней.

Выполненные операции открытого остеосинтеза фрагмента заднего края ББК из заднемедиального хирургического доступа позволили получить анатомичную репозицию последнего у абсолютного большинства (у 20 из 22 или у 91%) пациентов.

Пример использования методики представлен на рисунке 3.

Лишь у двоих (9%) пациентов был зафиксирован удовлетворительный исход репозиции за счет ступеньки в месте соприкосновения фрагмента заднего края и основной части суставной поверхности ББК размером до 2 мм, что было выявлено на рентгенограммах ГСС в боковой проекции. При этом остаточного подвывиха в травмированных суставах не было выявлено ни у одного из пациентов.

В раннем послеоперационном периоде местных осложнений не было. Все раны зажили первичным натяжением без воспалительных изменений и инфекционных осложнений. Миграции имплантатов и нарастания вторичного смещения отломков в раннем послеоперационном периоде не отмечено.

Изученные этапные рентгенограммы в контрольные сроки не выявили несостоятельности фиксации, вторичного смещения отломков, миграции или переломов имплантатов ни у одного пациента. Рентгенологическое сращение переломов заднего края ББК, латеральной и медиальной лодыжек было отмечено у 17 (77%) из 22 пациентов, осмотренных через 12 нед. после операции, и у всех пациентов через 24 нед.

Объем движений в ГСС у пациентов статистически значимо ($p < 0,01$) увеличивался с течением времени (табл. 1).

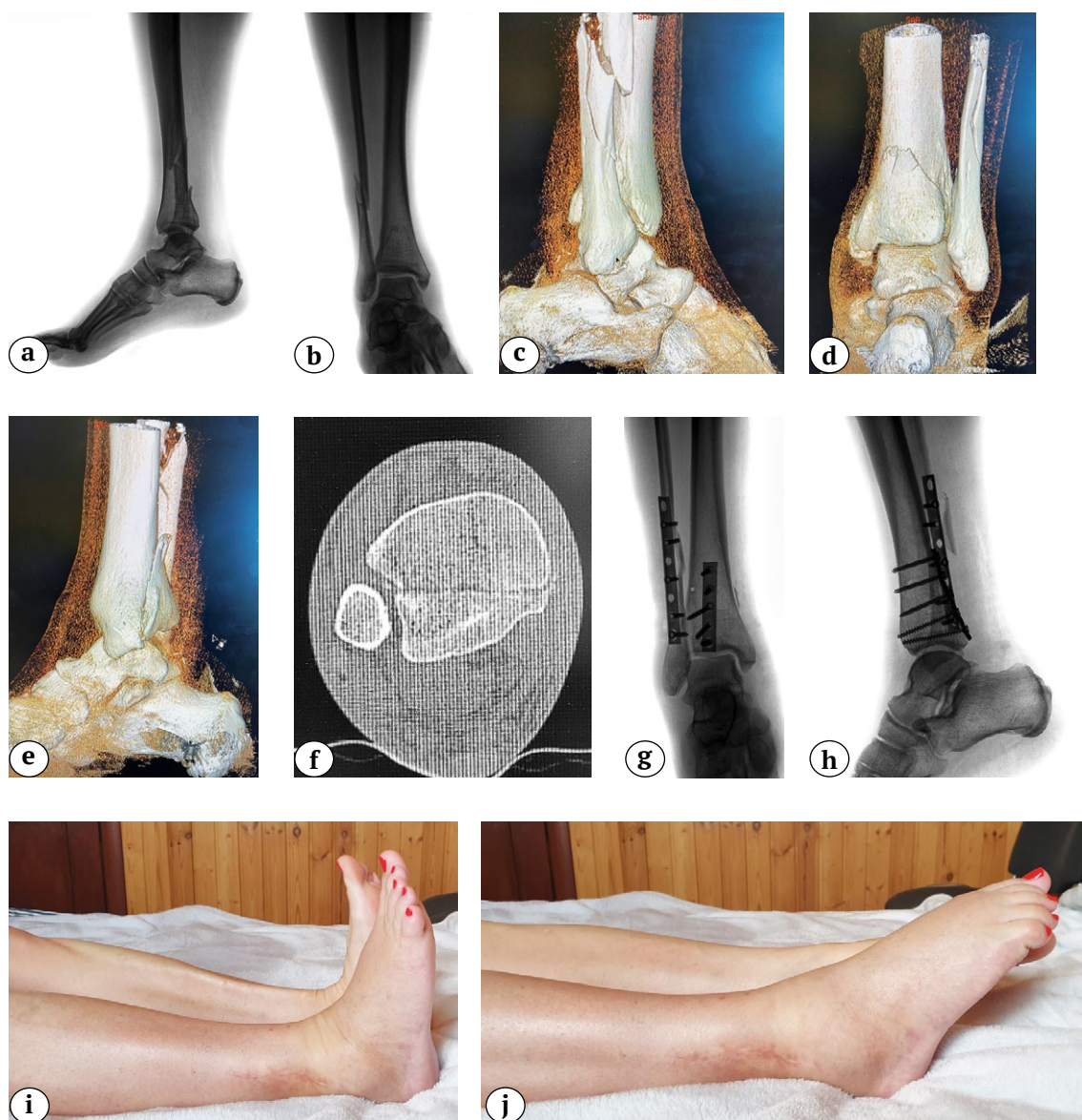


Рис. 3. Хирургическое лечение пациентки с переломом типа 44C2.3:
 a, b – первичные рентгенограммы в прямой и боковой проекциях;
 c, d, e, f – данные КТ, показывающие размер заднего края ББК;
 g, h – послеоперационные рентгенограммы в прямой и боковой проекциях – анатомичная репозиция костных отломков в области голеностопного сустава;
 i, j – функциональный результат лечения через 48 нед. после травмы

Fig. 3. Surgical treatment of a patient with a fracture 44C2.3:
 a, b – primary X-rays in AP and lateral projections;
 c, d, e, f – CT data showing the size of the posterior edge of the tibia;
 g, h – postoperative X-rays in AP and lateral projections – anatomical reposition of bone fragments in the ankle joint;
 i, j – functional result of treatment 48 weeks after injury

Таблица 1

Изменение показателей объема движений в голеностопном суставе

Показатель		Срок наблюдения		
		12 нед.	24 нед.	48 нед.
Объем движений в голеностопном суставе, град.	Медиана	40	55	55
	Min/Max	30/55	45/65	50/65
	IQR	35–45	55–60	55–60
AOFAS, баллы	Медиана	67,5	88	90
	Min/Max	61/72	78/95	85/97
	IQR	64–70	82–90	90–95
Neer, баллы	Медиана	67,5	90	94
	Min/Max	62/74	82/96	86/96
	IQR	64–70	85–93	94–96

$p < 0,01$.

Прогрессирование балльных показателей с течением времени по обоим оценочным шкалам было статистически значимым ($p < 0,01$). Лишь у троих (14%) пациентов, осмотренных через 48 нед. после остеосинтеза, были отмечены жалобы на умеренные боли и отеки в области ГСС после физических нагрузок.

ОБСУЖДЕНИЕ

Переломы заднего края ББК являются типичными внутрисуставными переломами. Следовательно, к их лечению должны применяться стандартные требования к лечению подобных повреждений, среди которых особенно важны точная (анатомичная) репозиция и межфрагментарная компрессия отломков суставной поверхности. Тем не менее до недавнего времени считалось, что эти положения при указанных переломах можно применять с определенными оговорками. Так, многие авторы писали о том, что фиксации подлежат только фрагменты заднего края ББК, содержащие не менее 1/3 суставной поверхности [4, 5, 15]. Кроме того, ряд авторов выступает за закрытую репозицию фрагментов заднего края ББК с их малоинвазивной фиксацией проведенными спереди назад винтами [4, 16]. Однако такая техника часто не позволяет выполнить анатомичную репозицию и надежную фиксацию фрагментов обсуждаемых переломов. Кроме того, для адекватной межфрагментарной компрессии нужно, чтобы вся резьбовая часть винта находилась в отломке заднего края ББК, но при небольшом размере этого фрагмента создать межфрагментарную компрессию невозможно технически. Нельзя не принимать во внимание и случаи импресии фрагмента суставной поверхности ББК, при которых закрыто невозможно добиться точной репозиции. Поэтому открытая репозиция костных отломков представляется более адекватной.

Следует отметить, что в настоящее время выбор хирургических доступов для остеосинтеза при нестабильных переломах лодыжек и заднего края ББК во многом определяется опасениями травматологов чрезмерно травмировать ткани в области ГСС, что чревато серьезными осложнениями, сводящими на нет даже безукоризненный анатомический результат операции. Действительно, для анатомичной репозиции заднего края ББК необходимо выполнение одной из разновидностей заднего доступа к ГСС, что увеличивает травматичность операции. При этом для снижения травматичности вмешательства логично сочетать выполнение фиксации заднего края ББК с остеосинтезом одной из лодыжек из того же хирургического доступа. Именно так поступают хирурги, выполняющие заднелатеральный доступ к заднему краю ББК с последующей фиксацией латеральной лодыжки из того же доступа [17, 18]. Однако этот доступ не позволяет адекватно визуализировать заднемедиальный фрагмент заднего края ББК при переломе 3-го типа по J. Bartonicek с соавторами. Поэтому в таких случаях, по нашему мнению, логично использовать заднемедиальный хирургический доступ с одномоментной фиксацией из него отломков заднего края ББК и медиальной лодыжки.

Техника выполнения заднемедиального доступа, описанная в литературе, может несколько отличаться. Так, в руководстве Ch.M. Court-Brown с соавторами предлагается выполнять продольный разрез кожи на середине расстояния между медиальной лодыжкой и ахилловым сухожилием. После рассечения фасции выделяются сухожилия задней большеберцовой мышцы, длинного сгибателя пальцев и длинного сгибателя большого пальца стопы, а далее между двумя последними сухожилиями обеспечивается доступ к заднему краю ББК. При этом задние большеберцовые со-

суды и большеберцовый нерв остаются кпереди от сухожилия длинного сгибателя большого пальца стопы. Если же обойти указанные сосуды и нерв спереди, открывается доступ к заднему отделу медиальной лодыжки. При этом рекомендуется проявлять осторожность для исключения повреждений задних большеберцовых сосудов и большеберцового нерва [4].

Хотя такой доступ применяется не очень часто, он, по данным М. Philpott с соавторами, дает больший обзор заднего края ББК по сравнению с заднелатеральным доступом [19]. По данным М. Assal с соавторами, именно доступ между сухожилием длинного сгибателя большого пальца стопы сзади и сосудисто-нервным пучком с сухожилием длинного сгибателя пальцев спереди дает наиболее широкий (до 91%) обзор заднего края ББК с наименьшим натяжением мягких тканей, сосудов и нервов [20]. Кроме того, заднемедиальный доступ возможно выполнять в положении пациента на спине и сочетать его с традиционным латеральным доступом к латеральной лодыжке, тем самым упрощая пространственную ориентацию структур ГСС, в том числе и при выполнении интраоперационных контрольных рентгенограмм [21].

У. Wang с соавторами предложили модифицированный заднемедиальный доступ, который был использован в нашей работе. По этой методике подход к фрагменту заднего края ББК осуществляется между сухожилием длинного сгибателя большого пальца стопы и сосудисто-нервным пучком, который аккуратно отводится кпереди вместе с сухожилием длинного сгибателя пальцев. Подход к заднемедиальному отделу медиальной лодыжки производится между сухожилием длинного сгибателя пальцев, которое отводится кзади вместе с элементами сосудисто-нервного пучка и сухожилием задней большеберцовой мышцы, которое смещают кпереди, обнажая заднюю поверхность медиальной лодыжки. Из этого же доступа, проходя кпереди от сухожилия задней большеберцовой мышцы, можно получить полноценный обзор переднего отдела медиальной лодыжки. Таким образом авторы достигали прямой визуализации как заднего фрагмента ББК, так и всех отделов медиальной лодыжки и производили открытую анатомическую репозицию всех фрагментов перелома и их остеосинтез [12].

Для остеосинтеза латеральной лодыжки и фиксации дистального межберцового синдесмоза применяли отдельный латеральный доступ из того же положения пациента на спине. При этом авторы получили анатомическую репозицию заднего отломка ББК у всех 16 прооперированных пациентов, а средний функциональный результат, оцененный по шкале AOFAS, составил 85,6 баллов [12].

Z.B. Lai с соавторами сравнили две группы пациентов, у которых они применяли две модификации заднемедиального доступа для остеосинтеза заднего края ББК как с подходом сзади от сухожилия длинного сгибателя пальцев, так и кпереди от последнего. В обеих группах пациентов авторы получили анатомическую репозицию фрагмента заднего края ББК более чем у 80% пациентов и хорошее восстановление функции ГСС — в среднем более 84 баллов по шкале AOFAS. При этом авторы отметили даже несколько лучшие исходы в группе с заднемедиальным доступом, проходящим сзади от сухожилия длинного сгибателя пальцев, за счет уменьшения времени операции. При этом доля пациентов с анатомической репозицией заднего края ББК составила 90,5%, а средний функциональный исход по шкале AOFAS — $88,2 \pm 7,8$ баллов. Однако выявленные авторами преимущества не были статистически значимыми [22].

В настоящее время очевидно, что для адекватного предоперационного планирования и выбора хирургических доступов при переломах заднего края ББК и лодыжек необходимо выполнение КТ [23]. G.M. Arrondo и G. Joannas рекомендуют при таких сложных переломах оценивать в первую очередь предоперационные аксиальные КТ-срезы и в зависимости от вовлеченности компонентов перелома выбирать между тремя разновидностями задних доступов: заднелатеральным, заднемедиальным и модифицированным заднемедиальным [21].

S. Donohoe с соавторами пишут о том, что после изучения данных КТ изменяются представления о характере обсуждаемых переломов в 52% случаев, а в 44% случаев вносятся коррективы в план операции и позиционирование пациента [24]. Результаты нашего исследования подтверждают данные этих авторов. В зависимости от архитектуры перелома, оцененной на основании проведенной всем пациентам предоперационной КТ, нами принималось решение относительно оптимальных доступов для выполнения остеосинтеза у каждого конкретного пациента. Так, например, импрессия суставной поверхности заднего края ББК, выявлявшаяся исключительно по данным КТ, служила основанием для выбора заднемедиального хирургического доступа для репозиции и фиксации перелома, так как этот доступ в подобных случаях обеспечивает лучший обзор и наиболее удобен при остеосинтезе. Именно эти обстоятельства представляются критичными при необходимости ликвидации импрессии, которая требует адекватной визуализации зоны перелома суставной поверхности ББК.

Следует отметить, что в наше исследование были включены пациенты с переломами заднего края ББК 2-го, 3-го и 4-го типов по J. Bartoniček с соавто-

рами, требующими хирургического лечения. Таким образом, было показано, что применение заднемедиального доступа возможно при всех изученных нами вариантах переломов заднего края ББК, сочетающихся с переломами лодыжек. При этом из нескольких вариантов заднемедиального доступа мы выбирали модифицированную методику [12], так как именно она, по нашему мнению, обеспечивает наилучший обзор при наименьшей тракции мягких тканей и сосудисто-нервного пучка [20].

Известно, что многие авторы выполняют заднемедиальный доступ в положении пациента на животе [21, 25]. Однако мы предпочитаем выполнять его в положении на спине и считаем эту возможность одним из преимуществ в некоторых клинических ситуациях. К ним, например, относятся необходимость прямого переднелатерального подхода при сочетанных повреждениях Tillaux–Chaput, LeFort или визуализации передней порции дистального межберцового синдесмоза. При этом положение больного на спине не усложняет операцию и позволяет выполнить все ее этапы без изменения его позиции.

В целом, накопленный нами клинический опыт показал, что описанная методика заднемедиального хирургического доступа позволяет добиться хорошего анатомического результата остеосинтеза в подавляющем большинстве случаев (91%) при нестабильных переломах лодыжек и заднего края ББК за счет хорошей визуализации отломка заднего края ББК и интраоперационного контроля качества репозиции костных отломков при помощи ЭОП. Это создает, по нашему мнению, необходимые условия для достижения хороших функциональных результатов хирургического лечения пациентов и снижает у них риск развития осложнений.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Заявленный вклад авторов

Беленький И.Г. — концепция и дизайн исследования, сбор, анализ и интерпретация данных, написание текста статьи и ее редактирование.

Майоров Б.А. — дизайн исследования, сбор, анализ и интерпретация данных, написание текста статьи и ее редактирование.

Кочиш А.Ю. — дизайн исследования, сбор, анализ и интерпретация данных, написание текста статьи и ее редактирование.

Сергеев Г.Д. — написание текста статьи и ее редактирование, сбор, статистический анализ данных.

Рефицкий Ю.В. — концепция и дизайн исследования, сбор, анализ и интерпретация данных, написание текста статьи и ее редактирование.

Савелло В.Е. — дизайн исследования, сбор, анализ и интерпретация данных, написание текста статьи и ее редактирование.

Смирнов С.С. — сбор, анализ или интерпретация данных, написание текста статьи и ее редактирование.

Ограничения исследования

В проведенное исследование было включено небольшое количество пациентов, а также не проводился сравнительный анализ на собственном клиническом материале результатов остеосинтеза изученных переломов с использованием альтернативных хирургических доступов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на то, что выполненное нами клиническое исследование использования остеосинтеза при переломах заднего края ББК и лодыжек из заднемедиального доступа носило предварительный характер, уже сейчас можно констатировать, что использованный нами доступ показал свои удобства и клиническую эффективность, а также возможности применения для остеосинтеза при нестабильных переломах в области ГСС во многих клинических ситуациях. К ним, на наш взгляд, относятся, прежде всего, случаи, исключающие применение заднелатерального доступа или делающие его чрезмерно травматичным (наличие перелома переднелатерального края ББК, необходимость его репозиции и фиксации, необходимость ревизии передней порции межберцового синдесмоза), а также перелом заднего края ББК в сочетании с переломом медиальной лодыжки 3-го типа по J. Bartoniček с соавторами. Кроме того, нами была показана возможность успешного применения заднемедиального доступа в других клинических ситуациях: при переломах 2-го и 4-го типов по J. Bartoniček с соавторами. По нашему мнению, это свидетельствует о том, что при освоении травматологами рациональной техники заднемедиального хирургического доступа показания к его применению могут быть расширены.

DISCLAIMERS

Author contribution

Belen'kii I.G. — research concept and design, data statistical processing, manuscript writing and editing.

Maierov B.A. — research concept and design, data statistical processing, manuscript writing and editing.

Kochish A.Yu. — research concept and design, data statistical processing, manuscript writing and editing.

Sergeev G.D. — statistical processing of data, manuscript writing.

Refitskii Yu.V. — research concept and design, data statistical processing, manuscript writing and editing.

Savello V.E. — research concept and design, data statistical processing, manuscript writing and editing.

Smirnov S.S. — data collection and analysis, manuscript writing.

Все авторы прочли и одобрили финальную версию рукописи статьи. Все авторы согласны нести ответственность за все аспекты работы, чтобы обеспечить надлежащее рассмотрение и решение всех возможных вопросов, связанных с корректностью и надежностью любой части работы.

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

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

Этическая экспертиза. Не применима.

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

All authors have read and approved the final version of the manuscript of the article. All authors agree to bear responsibility for all aspects of the study to ensure proper consideration and resolution of all possible issues related to the correctness and reliability of any part of the work.

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

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. Солод Э.И., Загородний Н.В., Лазарев А.Ф., Абдулхабилов М.А., Ермолаев Е.Г., Акраа М. Возможности оперативного лечения переломов лодыжек при проблемах кожных покровов области голеностопного сустава. *Уральский медицинский журнал*. 2019;12(180):96-101. doi: 10.25694/URMJ.2019.12.38. Solod E.I., Zagorodny N.V., Lazarev A.F., Abdulhabirov M.A., Ermolayev E.G., Akraa M. [The Possibility of surgical treatment of ankle fractures in the problems of the skin of the ankle joint]. *Ural'skiy meditsinskiy zhurnal* [Ural Medical Journal]. 2019;12(180):96-101. (In Russian). doi: 10.25694/URMJ.2019.12.38.
2. Михайлов С.В., Хоминец В.В., Шакун Д.А., Щукин А.В., Фоос И.В., Комаров А.В. Хирургическое лечение несостоятельности дистального межберцового синдесмоза после перелома лодыжек (клинический случай). *Вестник современной клинической медицины*. 2019;(3):78-82. doi: 10.20969/VSKM.2019.12(3).78-82. Mikhailov S.V., Khominets V.V., Shakun D.A., Shchukin A.V., Foos I.V., Komarov A.V. [Surgical treatment of the leak of distal tibiofibular syndesmosis after ankle fracture: clinical case]. *Vestnik sovremennoy klinicheskoy meditsiny* [The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine]. 2019;(3):78-82. (In Russian). doi: 10.20969/VSKM.2019.
3. Goost H., Wimmer M.D., Barg A., Kabir K., Valderrabano V., Burger C. Fractures of the ankle joint: investigation and treatment options. *Dtsch Arztebl Int*. 2014;111(21):377-388. doi: 10.3238/arztebl.2014.0377.
4. Court-Brown Ch.M., Heckman J.D., McQueen M.M., Ricci W.M., Tornetta P. (III), McKee M.D. Rockwood and Green's fractures in adults. 8th ed. Wolters Kluwer Health; 2015. Ch. 59, p. 2541-2592.
5. Бельский И.Г., Майоров Б.А., Кочиш А.Ю., Тульчинский А.Э., Григорян Ф.С., Николаев И.К. Современные представления об остеосинтезе заднего края большеберцовой кости при сочетаниях его повреждений с переломами лодыжек (обзор литературы). *Современные проблемы науки и образования*. 2021;(2). Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=30751>. doi: 10.17513/spno.30751.
6. von Rueden C., Hackl S., Woltmann A., Friederichs J., Bühren V., Hierholzer C. [The Postero-Lateral Approach - An Alternative to Closed Anterior-Posterior Screw Fixation of a Dislocated Postero-Lateral Fragment of the Distal Tibia in Complex Ankle Fractures]. *Z Orthop Unfall*. 2015;153(3):289-295. (In German). doi: 10.1055/s-0035-1545706.
7. Бельский И.Г., Майоров Б.А., Кочиш А.Ю., Сергеев Г.Д., Савелло В.Е., Тульчинский А.Э. и др. Остеосинтез нестабильных переломов лодыжек и заднего края большеберцовой кости из заднелатерального хирургического доступа. *Травматология и ортопедия России*. 2021;27(3):29-42. doi: 10.21823/2311-2905-2021-27-3-29-42. Belen'kii I.G., Maiorov B.A., Kochish A.Yu., Sergeev G.D., Savello V.E., Tul'chinskii A.E. et al. [Unstable Fractures Osteosynthesis of Malleoli and Posterior Edge of the Tibia Using Posterolateral Surgical Approach]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2021;27(3):29-42. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2021-27-3-29-42.
8. Bartoníček J., Rammelt S., Kostlivý K., Vaněček V., Klika D., Trešl I. Anatomy and classification of the posterior tibial fragment in ankle fractures. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2015;135(4):505-516. doi: 10.1007/s00402-015-2171-4.
9. Toth M.J., Yoon R.S., Liporace F.A., Koval K.J. What's new in ankle fractures. *Injury*. 2017;48(10):2035-2041. doi: 10.1016/j.injury.2017.08.016.
10. Zhong S., Shen L., Zhao J.G., Chen J., Xie J.F., Shi Q. et al. Comparison of posteromedial versus posterolateral approach for posterior malleolus fixation in tri-malleolar ankle fractures. *Orthop Surg*. 2017;9(1):69-76. doi: 10.1111/os.12308.
11. Meinberg E.G., Agel J., Roberts C.S., Karam M.D., Kellam J.F. Fracture and Dislocation Classification Compendium-2018. *J Orthop Trauma*. 2018;32 Suppl 1S1-S170. doi: 10.1097/BOT.0000000000001063.

12. Wang Y., Wang J., Luo C.F. Modified posteromedial approach for treatment of posterior pilon variant fracture. *BMC Musculoskelet Disord.* 2016;17(1):328. doi: 10.1186/s12891-016-1182-9.
13. Nasrallah K., Einal B., Shtarker H. Trimalleolar fracture: The endless posterior malleolus fracture debate, to repair or not to repair? *Orthop Rev (Pavia).* 2021;13(1):8784. doi: 10.4081/or.2021.8784.
14. Майоров Б.А., Беленький И.Г., Кочиш А.Ю., Григорян Ф.С. К вопросу о фиксации малоберцовой кости при ее переломах, сочетающихся с переломами пилонна. *Современные проблемы науки и образования.* 2020;(6). Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=30311>. doi: 10.17513/spno.30311. Mayorov B.A., Belenkiy I.G., Kochish A.Yu., Grigoryan F.S. [To the issue of the fibula fixation in cases of pilon fractures in association with fibula fractures]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education]. 2020;(6). (In Russian). Available from: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=30311>. doi: 10.17513/spno.30311.
15. Drijfhout van Hooff C.C., Verhage S.M., Hoogendoorn J.M. Influence of fragment size and postoperative joint congruency on long-term outcome of posterior malleolar fractures. *Foot Ankle Int.* 2015;36(6):673-678. doi: 10.1177/1071100715570895.
16. Odak S., Ahluwalia R., Unnikrishnan P., Hennessy M., Platt S. Management of Posterior Malleolar Fractures: A Systematic Review. *J Foot Ankle Surg.* 2016;55(1):140-145. doi: 10.1053/j.jfas.2015.04.001.
17. Воронкевич И.А., Кулик В.И., Лаврентьев А.В. Эргономика остеосинтеза «трехлодыжечного» перелома. *Травматология и ортопедия России.* 2002;(1):44-46. Voronkevich I.A., Kulik V.I., Lavrentyev A.V. [Ergonomics of osteosynthesis of "trimalleolar" fracture]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2002;(1): 44-46. (In Russian).
18. Forberger J., Sabandal P.V., Dietrich M., Gralla J., Lattmann T., Platz A. Posterolateral approach to the displaced posterior malleolus: functional outcome and local morbidity. *Foot Ankle Int.* 2009;30(4):309-314. doi: 10.3113/FAI.2009.0309.
19. Philpott M.D.G., Jayatilaka M.L.T., Millward G., Molloy A., Mason L. Posterior approaches to the ankle - an analysis of 3 approaches for access to the posterior malleolar fracture. *Foot (Edinb).* 2020;45:101725. doi: 10.1016/j.foot.2020.101725.
20. Assal M., Dalmau-Pastor M., Ray A., Stern R. How to Get to the Distal Posterior Tibial Malleolus? A Cadaveric Anatomic Study Defining the Access Corridors Through 3 Different Approaches. *J Orthop Trauma.* 2017;31(4):e127-e129. doi: 10.1097/BOT.0000000000000774.
21. Arrondo G.M., Joannas G. Complex ankle fractures: practical approach for surgical treatment. *Foot Ankle Clin.* 2020;25(4):587-595. doi: 10.1016/j.fcl.2020.08.002.
22. Lai Z.B., Zhu Y.Z., Zou Y.X., Zhang H.N., Li X., Zhong D.G. et al. [Modified posteromedial approach via lateral side of flexor hallucis longus for the treatment of posterior Pilon fracture]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi.* 2021;101(15):1077-1082. (In Chinese). doi: 10.3760/cma.j.cn112137-20200828-02484.
23. Palmanovich E., Brin Y.S., Laver L., Kish B., Nyska M., Hetsroni I. The effect of minimally displaced posterior malleolar fractures on decision making in minimally displaced lateral malleolus fractures. *Int Orthop.* 2014;38(5):1051-1056. doi: 10.1007/s00264-013-2224-7.
24. Donohoe S., Alluri R.K., Hill J.R., Fleming M., Tan E., Marecek G. Impact of Computed Tomography on Operative Planning for Ankle Fractures Involving the Posterior Malleolus. *Foot Ankle Int.* 2017;38(12):1337-1342. doi: 10.1177/1071100717731568.
25. Chen J., Wang Y., Kong L., Li B., Zhao Z. [Posterolateral and posteromedial approaches for treatment of posterior pilon fractures in elderly patients]. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi.* 2016;30(9):1089-1093. (In Chinese). doi: 10.7507/1002-1892.20160222.

Сведения об авторах

✉ Беленький Игорь Григорьевич — д-р мед. наук

Адрес: Россия, 192242, г. Санкт-Петербург,

Будапештская ул., д. 3

<https://orcid.org/0000-0001-9951-5183>

e-mail: belenkiy.trauma@mail.ru

Майоров Борис Александрович — канд. мед. наук

<https://orcid.org/0000-0003-1559-1571>

e-mail: bmayorov@mail.ru

Кочиш Александр Юрьевич — д-р мед. наук, профессор

<https://orcid.org/0000-0002-2466-7120>

e-mail: auk1959@mail.ru

Сергеев Геннадий Дмитриевич — канд. мед. наук

<https://orcid.org/0000-0002-8898-503X>

e-mail: gdsergeev@gmail.com

Рефицкий Юрий Владимирович

<https://orcid.org/0000-0002-6437-6424>

e-mail: yur1140@yandex.ru

Савелло Виктор Евгеньевич — д-р мед. наук, профессор

<https://orcid.org/0000-0002-4519-4844>

e-mail: prof_savello@emergency.spb.ru

Смирнов Сергей Сергеевич

<https://orcid.org/0000-0002-3210-996220>

e-mail: saveliy.morozov.93@mail.ru

Authors' information

✉ Igor' G. Belen'kii — Dr. Sci (Med.)

Address: 3, Budapeshtskaya str., St. Petersburg, 192242,

Russia

<https://orcid.org/0000-0001-9951-5183>

e-mail: belenkiy.trauma@mail.ru

Boris A. Maiorov — Cand. Sci (Med.)

<https://orcid.org/0000-0003-1559-1571>

e-mail: bmayorov@mail.ru

Aleksandr Yu. Kochish — Dr. Sci (Med.), Professor

<https://orcid.org/0000-0002-2466-7120>

e-mail: auk1959@mail.ru

Gennadii D. Sergeev — Cand. Sci (Med.)

<https://orcid.org/0000-0002-8898-503X>

e-mail: gdsergeev@gmail.com

Yurii V. Refitskii

<https://orcid.org/0000-0002-6437-6424>

e-mail: yur1140@yandex.ru

Viktor E. Savello — Dr. Sci (Med.), Professor

<https://orcid.org/0000-0002-4519-4844>

e-mail: prof_savello@emergency.spb.ru

Sergei S. Smirnov

<https://orcid.org/0000-0002-3210-996220>

e-mail: saveliy.morozov.93@mail.ru

Структура операций ревизионной пластики передней крестообразной связки: анализ 257 наблюдений

А.С. Сапрыкин, М.В. Рябинин, Н.Н. Корнилов

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

Введение. В настоящее время на фоне широкого распространения реконструкции передней крестообразной связки (ПКС), несмотря на довольно высокие показатели успешных исходов, возрастает потребность в ревизионных реконструкциях, которые более сложны, чем первичные вмешательства.


Цель исследования — изучить структуру операций ревизионной реконструкции передней крестообразной связки, определить роль повторной травмы в причинах несостоятельности первичного трансплантата, объем вмешательств, а также сроки с момента выполнения предшествующей операции.


Материал и методы. Проведен ретро- и проспективный анализ 257 ревизионных реконструкций ПКС у 234 пациентов, выполненных в НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена с 2011 по 2021 г. Исследование включало оценку половозрастного состава пациентов, причин выполненных ревизий, объема и особенностей вмешательств, а также сроков с момента выполнения предшествующей реконструкции ПКС.

Результаты. Отмечена тенденция к ежегодному росту количества выполняемых ревизионных реконструкций ПКС, причем медиана срока выполнения ревизии составляет всего 4,0 года. Среди пациентов, которым выполнялась ревизионная реконструкция ПКС, преобладали мужчины (75,2%), а медиана возраста составила 31,0 год (25,0–36,0 лет). Среди причин ревизионной пластики ПКС на первом месте была повторная травма, однако в 38,9% наблюдений она отсутствовала. Пациенты, получившие повторную травму во время занятий спортом, были достоверно моложе остальной когорты ($p = 0,005$). Наиболее популярными при ревизионной реконструкции ПКС были трансплантаты аллогенного происхождения: они использовались в 53,0% случаях первичных ревизий и в 60,9% повторных ревизий. Большинство ревизионных реконструкций ПКС (95,7%) выполнялось одноэтапно, и только в 4,3% случаев применялся двухэтапный подход.

Заключение. Несмотря на то, что основными причинами ревизионных реконструкций ПКС явились повторные травмы, существенная доля пациентов нуждалась в данном вмешательстве без повторного повреждения, что обусловлено погрешностями выполнения первичного вмешательства. Таким образом, для снижения тренда к увеличению подобных операций необходимо создание системы профилактики повторных травм у прооперированных пациентов, а также совершенствование технологий первичного вмешательства.

Ключевые слова: коленный сустав, передняя крестообразная связка, реконструкция, ревизия, артроскопия.

 Сапрыкин А.С., Рябинин М.В., Корнилов Н.Н. Структура операций ревизионной пластики передней крестообразной связки: анализ 257 наблюдений. *Травматология и ортопедия России*. 2022;28(3):29-37. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-1783>.

 Сапрыкин Александр Сергеевич; e-mail: saprykin.a.s.93@gmail.com

Рукопись получена: 25.05.2022. Рукопись одобрена: 25.07.2022. Статья опубликована онлайн: 25.08.2022.

© Сапрыкин А.С., Рябинин М.В., Корнилов Н.Н., 2022



Trends in Revision ACL Reconstruction: Analysis of 257 Procedures

Aleksandr S. Saprykin, Mikhail V. Ryabinin, Nikolai N. Kornilov

Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Background. Despite the anterior cruciate ligament reconstruction (ACL-R) is considered to be routine and successful procedure the burden of patients who needs revision surgery is growing worldwide.

Purpose — to describe the gender and social-demographic characteristics of this cohort of patients, analyze the reasons leading to revision ACL-R (re-ACL-R), estimate survival-ship of primary procedure as well as highlight clinically relative aspects of revision surgery.

Methods. The database of Vreden Orthopaedic Center for the period from 01.01.2011 to 31.12.2021 searched for patients admitted for re-ACL-R. 234 patients (257 knees) agreed to take part in the study. Patient records with surgery reports, clinical exams and PROM's were analyzed.

Results. There was a tendency to annual increase of re-ACL-R while the time between primary and revision procedures was just 4.0 years in average. Young males dominated among re-ACL-R cohort (75.2%, 31.0 years). The acute trauma prevailed over other reasons of ACL-R failure however, it was absent in 39.1% of cases. Patients who injured performing sports were significantly younger than the rest of the cohort ($p = 0.005$). Allografts were the most popular choice both for first re-ACL-R (53.0%) and re-revision ACL-R (60.9%). Interestingly that majority of re-ACL-R were performed in one stage while two-staged approach implemented only in 4.3% of cases.

Conclusion. The main cause for re-ACL-R is repeated injury but significant percentage of patients develops recurrence of instability without trauma in middle-term period after ACL-R. Therefore to reduce the numbers of re-ACL-R both the proper post-op sport injury prevention program and improvement of surgical technique are of the same importance.

Keywords: knee, anterior cruciate ligament reconstruction, revision surgery, knee arthroscopy.

Cite as: Saprykin A.S., Ryabinin M.V., Kornilov N.N. [Trends in Revision ACL Reconstruction: Analysis of 257 Procedures]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2022;28(3):29-37. (In Russian). <https://doi.org/10.17816/2311-2905-1783>.

✉ Aleksandr S. Saprykin; e-mail: saprykin.a.s.93@gmail.com

Submitted: 25.05.2022. Accepted: 25.07.2022. Published Online: 25.08.2022.

© Saprykin A.S., Ryabinin M.V., Kornilov N.N., 2022

ВВЕДЕНИЕ

Повреждения передней крестообразной связки (ПКС) являются одной из наиболее часто встречающихся травм коленного сустава, особенно среди пациентов молодого возраста [1]. В частности, только в США ежегодно регистрируется до 200 000 случаев разрыва ПКС [2]. При персистенции боли и различных симптомов нестабильности показано хирургическое лечение, позволяющее восстановить функцию коленного сустава и вернуться к привычному для пациента уровню физической активности и спорта. В связи с этим реконструкция ПКС на сегодняшний день получила широкое распространение в мире.

Несмотря на то, что реконструкция ПКС является довольно успешной ортопедической операцией, позволяющей добиться высокой частоты положительных исходов, доля неудовлетворительных результатов с несостоятельностью трансплантата, по данным литературы, может достигать 17% [3].

К сожалению, по мере увеличения общего числа выполняемых первичных реконструкций ПКС также возрастает потребность и в ревизионных операциях. Крупные многоцентровые когортные исследования сообщают о частоте ревизионных реконструкций ПКС от 1,7% до 7,7% [4, 5]. При этом только в США ежегодно выполняется около 13 000 ревизионных вмешательств на ПКС [6].

Помимо этого, следует отметить также повышенный интерес к данной проблеме и в научной среде, что можно оценить по динамике публикационной активности. Первые единичные сообщения, посвященные различным аспектам ревизионной реконструкции ПКС, в базе PubMed датируются началом 1980-х гг. (рис. 1). Но начиная с 2000 г. и до настоящего времени можно наблюдать кратный рост количества публикаций — их число достигло 191 в 2021 г.

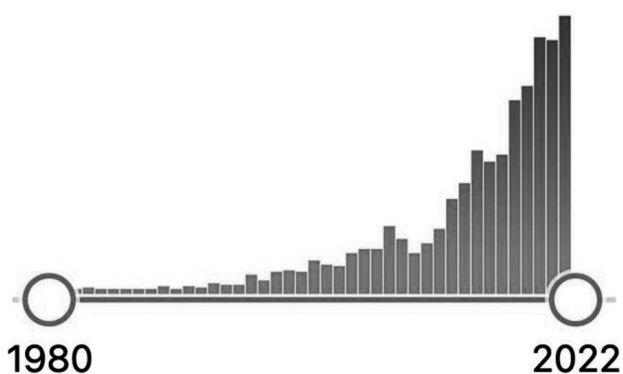


Рис. 1. Динамика публикационной активности в базе PubMed по запросу «revision ACL reconstruction»

Fig. 1. Dynamics of publication activity in the PubMed database upon request 'revision ACL reconstruction'

Таким образом, в последние десятилетия в мире значительно возрос интерес к ревизионной реконструкции ПКС на фоне повышающейся потребности в подобных вмешательствах в клинической практике во всем мире. Накопленный клинический опыт в НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена позволил проанализировать общую структуру ревизионных реконструкций ПКС на большом объеме материала и выделить ряд наиболее актуальных аспектов, освящению которых посвящена данная работа.

Цель исследования — изучить структуру ревизионных реконструкций передней крестообразной связки, рассмотреть роль повторной травмы в причинах несостоятельности первичного трансплантата, объем вмешательств, а также сроки с момента выполнения предшествующего вмешательства.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Из общей базы операций НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена ретро- и проспективно была получена информация о 234 пациентах, которым выполнялась ревизионная пластика ПКС с 2011 по 2021 г. — 176 мужчин (75,2%), 58 женщин (24,8%). Медиана возраста пациентов на момент выполнения вмешательства составила 31,0 год (25,0–36,0). Общее число оперативных вмешательств у данных пациентов составило 257, из которых 234 первичных и 23 повторных (ре-ревизий) ревизий ПКС. Ретроспективная часть исследования включала 164 наблюдения, а проспективная — 70.

Нами были проанализированы следующие переменные: динамика числа ревизионных операций за исследуемый период, наличие и характер травм после первичной реконструкции ПКС, виды применяемых трансплантатов и частота их использования во время первичной и повторной реконструкции ПКС.

Статистический анализ

Накопление, корректировка, систематизация исходной информации и визуализация полученных результатов осуществлялись в электронных таблицах Microsoft Office Excel (2020). Статистический анализ проводился с использованием программы StatTech v. 2.5.9 (ООО «Статтех», Россия). Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Шапиро–Уилка (при числе исследуемых менее 50) или критерия Колмогорова–Смирнова (при числе исследуемых более 50). В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывались с помощью медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q1–Q3).

Категориальные данные описывались с указанием абсолютных значений и процентных долей. Сравнение трех и более групп по количественному

показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполнялось с помощью критерия Краскела–Уоллиса, апостериорные сравнения — с помощью критерия Данна с поправкой Холма.

Сравнение процентных долей при анализе многопольных таблиц сопряженности выполнялось с помощью критерия χ^2 Пирсона.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Проанализировав число выполняемых ревизионных реконструкций ПКС в НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена с 2011 по 2021 г., мы отметили их постоянный рост (за исключением 2019 и 2020 гг.), которое достигло отметки 43 в 2021 г. (рис. 2).

При анализе сроков проведения ревизионной операции относительно момента первичной реконструкции ПКС оказалось, что более половины ревизий (57,1%) были выполнены в течение первых 5 лет (рис. 3). Обращает на себя внимание, что медиана срока выполнения ревизионных вмешательств составила всего 4,0 года (3,0–8,0).

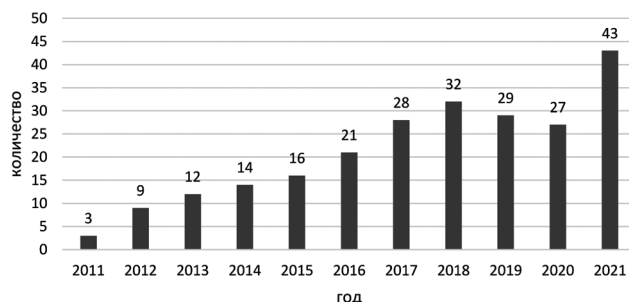


Рис. 2. Динамика ревизионных реконструкций передней крестообразной связки в НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена

Fig. 2. Dynamics of revision ACL reconstructions at Vreden Orthopedic Center

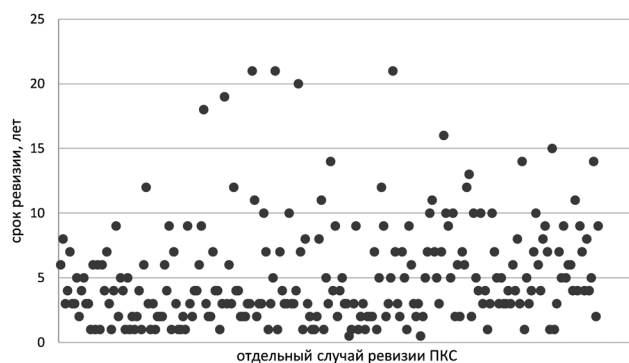


Рис. 3. Сроки выполнения ревизионной реконструкции передней крестообразной связки с момента первичной (предшествующей) операции, лет

Fig. 3. Terms of revision ACL reconstruction from the primary (previous), years

При анализе зависимости времени, прошедшего между операциями, от вида первичного трансплантата были установлены статистически значимые различия ($p = 0,013$) (табл. 1). Так, наиболее высокая медиана срока выполнения ревизии наблюдалась у пациентов с синтетическим протезом и аутосухожильным трансплантатом из средней трети связки надколенника с костными блоками (ВТВ), далее следовали аллотрансплантаты, аутооттрансплантаты из сухожилия полусухожильной и нежной мышц (STG).

Повторные травмы, после которых возникла необходимость в ревизионной реконструкции ПКС, были отмечены у 143 пациентов (61,1%). Причем повреждения, полученные в бытовых условиях, преобладали над спортивными: 79 (33,8%) и 64 (27,4%) соответственно. Доля пациентов без повреждений в анамнезе перед ревизионной реконструкцией ПКС хоть и была меньше, но тем не менее их количество было достаточно большим — 91 (38,9%) пациент.

При сопоставлении факта повторной травмы с видом первичного трансплантата ($p = 0,366$) и пола пациента ($p = 0,281$) нам не удалось установить статистически значимых взаимосвязей. Однако при определении зависимости наличия и типа повторной травмы от возраста пациентов были установлены статистически значимые различия ($p = 0,005$). Так, пациенты с повторной травмой, полученной во время занятий спортом, были моложе остальных (табл. 2).

Нами были проанализированы виды применяемых трансплантатов и частота их использования у пациентов во время первичной и повторной реконструкции ПКС. Стоит отметить, что виды применяемых трансплантатов во время первичной и ревизионной операций были схожими, однако частота их использования существенно варьировала. Так, в качестве трансплантатов для замещения ПКС использовались аутологичные сухожилия полусухожильной и нежной мышц (STG), средней трети связки надколенника с костными блоками (ВТВ), сухожилие четырехглавой мышцы (QT), сухожилие длинной малоберцовой мышцы (PL), аллотрансплантаты длинной малоберцовой, задней большеберцовой мышц и связки надколенника, а также синтетические протезы. Во время ревизии и ре-ревизии ПКС хирурги чаще других отдавали предпочтение аллосухожильным трансплантатам, по сравнению с аутосухожилиями полусухожильной и нежной мышц (STG) при первичной реконструкции (табл. 3).

Таблица 1

Анализ времени, прошедшего между операциями, в зависимости от вида первичного трансплантата

Вид трансплантата	Срок между операциями, лет		n	p*
	Me	Q ₁ -Q ₃		
Ауто STG	3,6	2,2-5,7	138	$p_{\text{ауто ВТВ} - \text{ауто STG}} = 0,026$ $p_{\text{алло} - \text{ауто STG}} = 0,421$ $p_{\text{синтетика} - \text{ауто STG}} = 0,031$ $p_{\text{алло} - \text{ауто ВТВ}} = 0,138$ $p_{\text{синтетика} - \text{ауто ВТВ}} = 0,967$ $p_{\text{синтетика} - \text{алло}} = 0,218$ $p_{\text{общ.}} = 0,013$
Ауто ВТВ	6,0	2,8-8,4	35	
Алло	4,2	2,4-6,9	41	
Синтетический протез	6,4	2,5-12,1	20	

STG — сухожилие полусухожильной и нежной мышц; ВТВ — средняя треть связки надколенника с костными блоками; Алло — аллосухожильный трансплантат; * — различия показателей статистически значимы $p_{\text{общ.}} = 0,013 (<0,05)$.

Таблица 2

Зависимость повторной травмы от возраста

Повторная травма	Возраст, лет		n	p*
	Me	Q ₁ -Q ₃		
Не было	33,0	25,0-38,0	91	$p_{\text{спортивная} - \text{не было}} = 0,011$ $p_{\text{бытовая} - \text{не было}} = 0,931$ $p_{\text{бытовая} - \text{спортивная}} = 0,020$ $p_{\text{общ.}} = 0,005^*$
Спортивная	28,0	24,0-34,0	64	
Бытовая	31,0	26,0-37,0	79	

* — различия показателей статистически значимы $p_{\text{общ.}} = 0,005^* (<0,05)$.

Таблица 3

Виды используемых трансплантатов, абс. (%)

Вид трансплантата	Первичная реконструкция ПКС	Ревизия ПКС	Ре-ревизия ПКС
Ауто STG	138 (59,0)	33 (14,1)	1 (4,3)
Ауто ВТВ	35 (15,0)	70 (29,9)	8 (34,8)
Алло TP	26 (11,1)	88 (37,6)	9 (39,1)
Алло PL	15 (6,4)	35 (15,0)	3 (13,1)
Алло ВТВ	0 (0,0)	1 (0,4)	2 (8,7)
Синтетический протез	20 (8,5)	3 (1,3)	0 (0,0)
Ауто QT	0 (0,0)	1 (0,4)	0 (0,0)
Ауто PL	0 (0,0)	2(0,9)	0 (0,0)
Ауто STG контралатеральный	0 (0,0)	1 (0,4)	0 (0,0)
Всего	234 (100)	234 (100)	23 (100)

STG — сухожилие полусухожильной и нежной мышц; ВТВ — средняя треть связки надколенника с костными блоками; QT — сухожилие четырехглавой мышцы; PL — сухожилие длинной малоберцовой мышцы; TP — сухожилие задней большеберцовой мышцы; Алло — аллосухожильный трансплантат.

Среди аллотрансплантатов превалировало сухожилие задней большеберцовой мышцы. Все аллотрансплантаты были заготовлены отделом консервации органов и тканей НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена. Для стерилизации тканей применялся антисептический комплекс в морозоустойчивой жидкой среде. Подобный метод обладает определенными преимуществами по сравнению с другими, такими как гамма-облучение, газобразная окись этилена, слабые растворы формалина с антибиотиками и пероксид водорода. Основными достоинствами стерилизации при помощи антисептического комплекса в морозоустойчивой жидкой среде являются простота хранения и транспортировки трансплантатов, а также минимальное воздействие на структуру материала и его биологические свойства [7].

У большинства пациентов (203 (86,8%)) выполнялась изолированная ревизионная реконструкция ПКС, и только в 31 случае (13,2%) потребовалась комбинированная операция с дополнительной пластикой других стабилизаторов коленного сустава: задней крестообразной связки, медиальной и латеральной коллатеральных связок и т.д.

Преимущественно хирурги прибегали к методике одноэтапной ревизии, и лишь в 10 (4,3%) случаях вмешательство проводили в два этапа. Двухэтапная ревизионная реконструкция ПКС выполнялась при необходимости костной пластики каналов (5 (2,1%)), после санирующих операций в связи с развившимся осложнением в виде хирургической инфекции (3 (1,3%)) либо артролиза при выраженном артрофиброзе коленного сустава, который выполнялся первым этапом перед ревизионной реконструкцией ПКС (2 (0,9%)).

В целом потребность в выполнении костной пластики во время ревизионной реконструкции ПКС возникла всего в 12 (5%) наблюдениях. Помимо костной пластики на первом этапе лечения, в 7 (2,9%) случаях она выполнялась и одновременно с ревизией ПКС. В качестве костного трансплантата применялись чаще губчатые аллогенные ($n = 9$), чем аутологичные (из гребня подвздошной кости) костные трансплантаты ($n = 3$). Костный дефект в области бедренного канала требовал пластического замещения чуть реже, чем большеберцового: 6 (2,5%) и 10 (4,2%) наблюдений соответственно.

ОБСУЖДЕНИЕ

Ключевыми моментами, установленными в ходе данного исследования, стали особенности демографических показателей, оценка роли повторной травмы в причинах несостоятельности трансплантата и выполнения ревизионной реконструкции ПКС, динамика количества подобных вмешательств и клинические особенности их ре-

лизации, включая частоту применения различных трансплантатов.

Во-первых, полученные нами данные о распределении по возрасту и гендерному признаку пациентов, которым выполнялась ревизионная реконструкция ПКС, сопоставимы с общемировой научной литературой: основную часть пациентов составляют лица молодого возраста, преимущественно мужчины [8]. Данный факт можно объяснить высокой распространенностью среди данной категории населения спортивных травм коленного сустава с разрывом ПКС, требующим ее реконструкции. Это, в свою очередь, создает предпосылки для потенциальной ревизионной операции в различные сроки после первичной операции.

Во-вторых, проанализированный материал позволил оценить нам влияние повторной травмы на несостоятельность и повреждение трансплантата ПКС. В целом причины ревизионной реконструкции ПКС достаточно разнообразны, и их принято объединять в более крупные категории. В частности, предлагается отдельно рассматривать травматические и атравматические причины ревизионной реконструкции ПКС. В первую категорию входят пациенты, которыми была получена повторная травма в различных условиях (бытовых и/или спортивных), после которой был отмечен рецидив нестабильности в результате повреждения и/или несостоятельности трансплантата [9]. Доля пациентов, у которых рецидив нестабильности и последующая ревизионная реконструкция ПКС произошли после повторной травмы, составила 61,1%. По данным научных работ, этот показатель находится в пределах от 18 до 79% [10, 11]. Ко второй категории относятся пациенты, неудовлетворительный результат у которых (сохраняющаяся нестабильность, боль, ограничение амплитуды движений в коленном суставе) не связан с повторным эпизодом травмы и проявляется в различные сроки после первичного оперативного вмешательства. В нашем исследовании на эту категорию приходилось 38,9% наблюдений. Наиболее частой причиной осложнений у данной категории пациентов являются технические ошибки. К ним относятся некорректное позиционирование каналов, а соответственно, и трансплантата, а также недиагностированные комбинированные повреждения других стабилизаторов коленного сустава [12, 13]. Реже среди атравматических причин встречаются погрешности в реабилитации, биологические факторы и инфекционные осложнения [14]. В рамках данного исследования мы не ставили перед собой цель детализации структуры атравматических причин несостоятельности трансплантата ПКС.

В-третьих, в подавляющем большинстве проанализированных нами случаев (95,7%) хирурги прибегали к одноэтапной методике ревизионной реконструкции ПКС. Подобный подход позволяет исключить риски повторной операции и анестезиологического пособия, уменьшить период персистенции нестабильности в коленном суставе и сроки полного восстановления, а также имеет экономические преимущества [15]. Тем не менее стоит отметить, что одноэтапная ревизия ПКС не всегда показана и возможна технически. Наиболее частой причиной двухэтапной ревизии ПКС является необходимость пластического восполнения обширных костных дефектов в области старых каналов [16]. Кроме этого, подобная тактика целесообразна в условиях возникшей хирургической инфекции и артрофиброза. Данные многоцентрового исследования ревизионной реконструкции ПКС (MARS) показывают, что двухэтапная ревизионная реконструкция выполняется в 8–9% случаев [17].

В-четвертых, было установлено, что во время ревизионной операции сохраняется достаточно широкая вариабельность применения различных трансплантатов, но при этом преобладали аллосухожильные материалы, доля которых составила 52,6% во время первичных ревизий и 60,9% при ре-ревизиях, что сопоставимо с публикациями других авторов. Так, по данным многоцентрового исследования ревизионной реконструкции ПКС (MARS) было выявлено, что 54% хирургов отдавали предпочтение аллотрансплантатам, в то время как при первичной пластике их доля составила лишь 27% [17]. Необходимо отметить, что проблема выбора оптимального трансплантата остается открытой как для первичной, так и для ревизионной реконструкции ПКС. В научной среде данный аспект по-прежнему активно обсуждается, но однозначного ответа на вопрос: «Какой трансплантат является предпочтительным?» — пока не дано [18, 19]. Высокую популярность аллотрансплантатов можно объяснить, с одной стороны, ограниченным выбором аутоматериала, а с другой — техническими особенностями реализации ревизионной реконструкции ПКС. Аллотрансплантаты за счет широкой вариабельности размеров и условной неограниченности в количестве являются довольно удобными при выполнении ревизионной пластики ПКС, особенно в условиях необходимости мультилигаментарной реконструкции и заполнения ограниченных костных дефектов [20].

В нашем исследовании доля мультилигаментарных реконструкций составила всего 13% от всех операций ревизионной пластики ПКС.

Таким образом, ежегодный рост числа ревизионных реконструкций ПКС и короткие сроки, в которые возникает необходимость выполнения повторных операций, требуют, с одной стороны, создания системы мероприятий, направленных на профилактику повторных травм у прооперированных пациентов, не только при занятиях спортом, но и в быту, а с другой — совершенствования технологий первичного вмешательства. Учитывая, что в настоящее время в клинической практике используется широкий спектр различных методик первичной и ревизионной реконструкции ПКС, включая разнообразные подходы к формированию каналов, виды трансплантатов и способы их фиксации, оптимальным инструментом изучения модифицируемых факторов риска повторных вмешательств мог бы стать национальный регистр пластики ПКС. Зарубежные аналоги регистров ПКС успешно функционируют на протяжении последних лет в ряде стран [21, 22]. Создание и внедрение подобного отечественного регистра реконструкции ПКС позволило бы увеличить объем доступного для анализа клинического материала из различных лечебных учреждений, что необходимо для качественного повышения клинической и научной ценности дальнейших исследований в данном направлении.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Среди пациентов, подвергающихся ревизионной пластике ПКС, существенно преобладают мужчины (более 75%). Причиной, приводящей к необходимости ревизионной реконструкции ПКС, в большинстве случаев является повторная травма. Однако доля пациентов, нуждающихся в данном вмешательстве без повторной травмы в анамнезе, остается весьма высокой (38,9%), что чаще всего обусловлено погрешностями проведения первичной операции. В подавляющем числе наблюдений хирурги прибегают к одноэтапной ревизионной реконструкции ПКС, что имеет преимущества в тех случаях, когда ее выполнение возможно технически и не ухудшает результат лечения. Популярность аллогенных сухожильных и сухожильно-костных трансплантатов обусловлена тем, что они облегчают техническое решение задач, которые стоят перед хирургом во время ревизионной реконструкции ПКС.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**Заявленный вклад авторов**

Сапрыкин А.С. — концепция и дизайн исследования, сбор, анализ и интерпретация полученных данных, статистическая обработка данных, написание текста статьи.

Рябинин М.В. — разработка концепции и дизайна исследования, редактирование текста статьи.

Корнилов Н.Н. — концепция и дизайн исследования, написание и редактирование текста статьи, интерпретация полученных данных.

Все авторы прочли и одобрили финальную версию рукописи статьи. Все авторы согласны нести ответственность за все аспекты работы, чтобы обеспечить надлежащее рассмотрение и решение всех возможных вопросов, связанных с корректностью и надежностью любой части работы.

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

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

Этическая экспертиза. Не применима.

Информированное согласие на публикацию. Не требуется.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

- Acevedo R.J., Rivera-Vega A., Miranda G., Micheo W. Anterior cruciate ligament injury: identification of risk factors and prevention strategies. *Curr Sports Med Rep.* 2014;13(3):186-191. doi: 10.1249/JSR.0000000000000055.
- Frobell R.B., Roos E.M., Roos H.P., Ranstam J., Lohmander L.S. A randomized trial of treatment for acute anterior cruciate ligament tears. *N Engl J Med.* 2010;363(4):331-342. doi: 10.1056/NEJMoa0907797.
- Sanders T.L., Pareek A., Hewett T.E., Levy B.A., Dahm D.L., Stuart M.J. et al. Long-term rate of graft failure after ACL reconstruction: a geographic population cohort analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017;25(1):222-228. doi: 10.1007/s00167-016-4275-y.
- Hettrich C.M., Dunn W.R., Reinke E.K., Spindler K.P.; MOON Group; Spindler K.P. The rate of subsequent surgery and predictors after anterior cruciate ligament reconstruction: two- and 6-year follow-up results from a multicenter cohort. *Am J Sports Med.* 2013;41(7):534-40. doi: 10.1177/0363546513490277.
- Leiter J.R., Gourlay R., McRae S., de Korompay N., MacDonald P.B. Long-term follow-up of ACL reconstruction with hamstring autograft. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014;22(5):1061-1069. doi: 10.1007/s00167-013-2466-3.
- Leroux T., Wasserstein D., Dwyer T., Ogilvie-Harris D.J., Marks P.H., Bach B.R. Jr. et al. The epidemiology of revision anterior cruciate ligament reconstruction in Ontario, Canada. *Am J Sports Med.* 2014;42(11):2666-2672. doi: 10.1177/0363546514548165.
- Рыков Ю.А. Сравнительная оценка морфологической эволюции сухожильных и костных аллотрансплантатов, заготовленных разными способами. *Травматология и ортопедия России.* 2010;(1): 172-174. doi: 10.21823/2311-2905-2010-0-1-172-174.

DISCLAIMERS**Author contribution**

Saprykin A.S. — the concept and design of study, data collection, analysis and interpretation of the obtained data, statistical data processing, writing of the manuscript.

Rybinin M.V. — the concept and design of the study, writing and editing of the manuscript.

Kornilov N.N. — the concept and design of the study, writing and editing of the manuscript, interpretation of the obtained data.

All authors have read and approved the final version of the manuscript of the article. All authors agree to bear responsibility for all aspects of the study to ensure proper consideration and resolution of all possible issues related to the correctness and reliability of any part of the work.

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

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

Ethics approval. Not applicable.

Consent for publication. Not required.

- Rykov Y.A. [Comparative assessment of morphologic evolution of tendinous and bone allografts sterilized using different methods]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2010;(1):172-174. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2010-0-1-172-174.
- Dini F., Tecame A., Ampollini A., Adravanti P. Multiple ACL Revision: Failure Analysis and Clinical Outcomes. *J Knee Surg.* 2021;34(8):801-809.
- Samitier G., Marciano A.I., Alentorn-Geli E., Cugat R., Farmer K.W., Moser M.W. Failure of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Arch Bone Jt Surg.* 2015;3(4):220-240.
- Grassi A., Kim C., Marcheggiani Muccioli G.M., Zaffagnini S., Amendola A. What Is the Mid-term Failure Rate of Revision ACL Reconstruction? A Systematic Review. *Clin Orthop Relat Res.* 2017;475(10):2484-2499. doi: 10.1007/s11999-017-5379-5.
- Yan X., Yang X.G., Feng J.T., Liu B., Hu Y.C. Does Revision Anterior Cruciate Ligament (ACL) Reconstruction Provide Similar Clinical Outcomes to Primary ACL Reconstruction? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Orthop Surg.* 2020;12(6):1534-1546. doi: 10.1111/os.12638.
- Desai N., Andernord D., Sundemo D., Alentorn-Geli E., Musahl V., Fu F. et al. Revision surgery in anterior cruciate ligament reconstruction: a cohort study of 17,682 patients from the Swedish National Knee Ligament Register. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017;25(5):1542-1554. doi: 10.1007/s00167-016-4399-0.
- 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.A. [Effect of bone tunnels positioning on outcomes of transtibial anterior cruciate ligament reconstruction]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(3):7-16. doi:10.21823/2311-2905-2017-23-3-7-16.
14. Wylie J.D., Marchand L.S., Burks R.T. Etiologic Factors That Lead to Failure After Primary Anterior Cruciate Ligament Surgery. *Clin Sports Med.* 2017;36(1):155-172.
15. Richter D.L., Werner B.C., Miller M.D. Surgical Pearls in Revision Anterior Cruciate Ligament Surgery: When Must I Stage? *Clin Sports Med.* 2017;36(1):173-187. doi: 10.1016/j.csm.2016.08.008.
16. de Sa D., Crum R.J., Rabuck S., Ayeni O., Bedi A., Baraga M. et al. The REvision Using Imaging to Guide Staging and Evaluation (REWISE) in ACL Reconstruction Classification. *J Knee Surg.* 2021;34(5):509-519. doi: 10.1055/s-0039-1697902.
17. MARS Group, Wright R.W., Huston L.J., Spindler K.P., Dunn W.R., Haas A.K. et al. Descriptive epidemiology of the Multicenter ACL Revision Study (MARS) cohort. *Am J Sports Med.* 2010;38(10):1979-1986. doi: 10.1177/0363546510378645.
18. Duchman K.R., Lynch T.S., Spindler K.P. Graft Selection in Anterior Cruciate Ligament Surgery: Who gets What and Why? *Clin Sports Med.* 2017;36(1):25-33. doi: 10.1016/j.csm.2016.08.013.
19. Mall N.A., Abrams G.D., Azar F.M., Traina S.M., Allen A.A., Parker R. et al. Trends in primary and revision anterior cruciate ligament reconstruction among National Basketball Association team physicians. *Am J Orthop (Belle Mead NJ).* 2014;43(6):267-271.
20. Condello V., Zdanowicz U., Di Matteo B., Spalding T., Gelber P.E., Adravanti P. et al. Allograft tendons are a safe and effective option for revision ACL reconstruction: a clinical review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2019;27(6):1771-1781. doi: 10.1007/s00167-018-5147-4.
21. Kvist J., Kartus J., Karlsson J., Forssblad M. Results from the Swedish national anterior cruciate ligament register. *Arthroscopy.* 2014;30(7):803-810. doi: 10.1016/j.arthro.2014.02.036.22.
22. Snaebjörnsson T., Hamrin Sennorski E., Svantesson E., Westin O., Persson A., Karlsson J. et al. Graft Fixation and Timing of Surgery Are Predictors of Early Anterior Cruciate Ligament Revision: A Cohort Study from the Swedish and Norwegian Knee Ligament Registries Based on 18,425 Patients. *JB JS Open Access.* 2019;4(4):e0037. doi: 10.2106/JBJS.OA.19.00037.

Сведения об авторах

✉ Сапрыкин Александр Сергеевич

Адрес: Россия, 195427, г. Санкт-Петербург,
ул. Академика Байкова, д. 8

<https://orcid.org/0000-0003-2315-4160>

e-mail: saprykin.a.s.93@gmail.com

Рябинин Михаил Владимирович — канд. мед. наук

<https://orcid.org/0000-0002-7504-3086>

e-mail: ryabininm@rambler.ru

Корнилов Николай Николаевич — д-р мед. наук

<https://orcid.org/0000-0001-6905-7900>

e-mail: drkornilov@hotmail.com

Authors' information

✉ Aleksandr S. Saprykin

Address: 8, Akademika Baykova str., St. Petersburg, 195427,
Russia

<https://orcid.org/0000-0003-2315-4160>

e-mail: saprykin.a.s.93@gmail.com

Mikhail V. Ryabinin — Cand. Sci. (Med.)

<https://orcid.org/0000-0002-7504-3086>

e-mail: ryabininm@rambler.ru

Nikolai N. Kornilov — Dr. Sci. (Med.)

<https://orcid.org/0000-0001-6905-7900>

e-mail: drkornilov@hotmail.com



Факторы, приводящие к повторному хирургическому вмешательству при метастатическом поражении длинных костей

Ц. Ван¹, Н.В. Харченко¹, Г.М. Запиров¹, А.Д. Каприн^{1,2}, А.В. Бухаров²,
В.А. Державин², А.В. Ядрина²

¹ ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» Минобрнауки России, г. Москва, Россия

² Московский научно-исследовательский онкологический институт им. П.А. Герцена — филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Минздрава России, г. Москва, Россия

Актуальность. Кости как орган являются одной из наиболее распространенных мишеней для метастазирования опухолей. Число пациентов, подвергшихся хирургическому лечению по поводу метастатического поражения костей, неуклонно растет. Количество пациентов с метастазами в кости, которым проводили повторную операцию, также увеличивается.

Цель — выявление факторов, приводящих к повторным операциям после хирургического лечения пациентов с метастазами в длинных костях.

Материал и методы. Выполнен ретроспективный анализ историй болезни 247 пациентов, которым на базе МНИОИ им. П.А. Герцена в 2006–2020 гг. было проведено хирургическое лечение по поводу метастазов в длинных костях. Из них у 33 пациентов выполнены повторные хирургические вмешательства. Средний возраст составил 62 года. Локализация первичной опухоли: рак молочной железы — 10 случаев, рак почки — 13, рак легких — 3, рак предстательной железы — 2, рак прямой кишки — 3, рак печени и саркома Юинга с метастазами в кости — по 1 случаю.

Результаты. К повторной операции приводили следующие факторы: ошибки в предоперационной диагностике (3 пациента), послеоперационное инфекционное осложнение (6 больных), вывих эндопротеза (4 больных), продолженный рост солитарного метастаза после остеосинтеза (5 случаев), асептическая нестабильность после интрамедуллярного остеосинтеза (14 больных), травматический перелом ножки эндопротеза (1 пациент).

Выводы. К повторным операциям после хирургического лечения метастазов в длинных костях, кроме послеоперационных осложнений, приводят ошибки в диагностике и некорректный выбор метода хирургического лечения. Для уменьшения риска повторных хирургических вмешательств необходим мультидисциплинарный подход с выработкой тактики хирургического лечения на консилиуме и использованием специализированных шкал онкологического прогноза.

Ключевые слова: метастазы в длинные кости, хирургическое лечение.

Ван Ц., Харченко Н.В., Запиров Г.М., Каприн А.Д., Бухаров А.В., Державин В.А., Ядрина А.В. Факторы, приводящие к повторному хирургическому вмешательству при метастатическом поражении длинных костей. *Травматология и ортопедия России*. 2022;28(3):38–48. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-1775>.

✉ Ван Цзюнь; e-mail: kbcwbw2000@163.com

Рукопись получена: 25.04.2022. Рукопись одобрена: 02.08.2022. Статья опубликована онлайн: 25.08.2022.

© Ван Ц., Харченко Н.В., Запиров Г.М., Каприн А.Д., Бухаров А.В., Державин В.А., Ядрина А.В., 2022



Factors Associated With Revision Surgery in Long Bones Metastases

Jun Wang¹, Natalya V. Kharchenko¹, Gadzhimurad M. Zapirov¹, Andrey D. Kaprin^{1,2}, Artem V. Bukharov², Vitaliy A. Derzhavin², Anna V. Yadrina²

¹ RUDN University, Moscow, Russia

² P.A. Herzen Moscow Research Institute of Oncology — Branch of National Medical Research Center of Radiology, Moscow, Russia

Background. Bones as an organ are one of the most common targets for tumor metastasis. Currently, the number of patients undergoing surgical treatment for metastatic bone lesions is steadily increasing. In most patients, after surgical treatment, the manifestation of clinical symptoms decreases, primarily pain syndrome, which improves their quality of life. However, it should be noted that the number of patients with bone metastases who underwent revision surgery is also increasing. This article retrospectively analyzes the factors leading to revision after surgical treatment of metastases in long bones.

The aim of this study was to identify factors leading to revision after surgical treatment of patients with metastases in long bones.

Methods. A retrospective medical records analysis of 247 patients who underwent surgical treatment for metastases in long bones on the basis of the P.A. Herzen Moscow Research Institute of Oncology in 2006–2020 was performed. Of these, 33 patients underwent revision surgery. The median age was 62 years. The localization of the primary tumor was as follows: breast cancer — 10 cases, kidney cancer — 13, lung cancer — 3, prostate cancer — 2, rectal cancer — 3, liver cancer and Ewing's sarcoma with bone metastases — 1 case each.

Results. The following factors led to revision surgery: mistakes in preoperative diagnosis (3 patients); postoperative infectious complication (6 patients); dislocation of the endoprosthesis (4 patients); continued growth of solitary metastasis after osteosynthesis (5 cases); aseptic instability after intramedullary osteosynthesis (14 patients); traumatic fracture of the endoprosthesis stem (1 patient).

Conclusions. Revision after surgical treatment of metastases in long bones, in addition to postoperative complications, lead to mistakes in diagnosis and incorrect choice of surgical treatment method. To reduce the risk of revision surgical interventions, a multidisciplinary approach is needed with the development of surgical treatment tactics in consultation and the use of specialized scales of oncological prognosis.

Keywords: metastasis, long bones, surgical treatment.

Cite as: Wang J., Kharchenko N.V., Zapirov G.M., Kaprin A.D., Bukharov A.V., Derzhavin V.A., Yadrina A.V. [Factors Associated With Revision Surgery in Long Bones Metastases]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2022;28(3):38-48. (In Russian). <https://doi.org/10.17816/2311-2905-1775>.

✉ Jun Wang; e-mail: kbcwbw2000@163.com

Submitted: 25.04.2022. Accepted: 02.08.2022. Published Online: 25.08.2022.

© Wang J., Kharchenko N.V., Zapirov G.M., Kaprin A.D., Bukharov A.V., Derzhavin V.A., Yadrina A.V., 2022

ВВЕДЕНИЕ

Улучшение диагностики, развитие медикаментозного и лучевого методов лечения и совершенствование техники хирургических вмешательств позволили значительно увеличить продолжительность жизни онкологических больных. Вместе с тем у значительной части пациентов регистрируется наличие регионарных и/или отдаленных метастазов. Первичные злокачественные опухоли могут метастазировать практически во все ткани организма, но некоторые виды опухолей, такие как рак молочной железы, рак предстательной железы, рак легких, рак щитовидной железы и рак почки преимущественно метастазируют в кости. Согласно данным литературы, кость является третьей по частоте локализацией метастазирования после легких и печени [1, 2].

По данным Американского онкологического общества, в более чем 65% случаев рака молочной и предстательной желез и в трети (30–40%) случаев рака легких, щитовидной железы и почек обнаруживаются костные метастазы [3]. Среди длинных костей наиболее часто метастазы локализуются в бедренной и плечевой [3]. Для большинства онкологических больных появление метастазов обычно свидетельствует о поздней стадии заболевания и плохом прогнозе. Однако хирургическое лечение пациентов с метастазами в кости позволяет улучшить качество жизни больных и восстановить функцию пораженной конечности [4]. Наряду с расширением показаний к хирургическому вмешательству, при метастатическом поражении длинных костей отмечается увеличение частоты повторных операций вследствие рецидива болевого синдрома, спровоцированного различными факторами.

Цель исследования — выявление факторов, приводящих к повторным операциям после хирургического лечения пациентов с метастазами в длинных костях.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Выполнен ретроспективный анализ историй болезни пациентов, которым на базе МНИОИ им. П.А. Герцена в 2006–2020 гг. было проведено хирургическое лечение метастазов в длинных костях. В исследование не включали пациентов, у которых выявленный метастатический очаг оперативно не удаляли, а также отказавшихся от повторного хирургического вмешательства.

Пациенты

Из 247 пациентов с метастатическим поражением длинных костей у 181 (73,3%) было выполнено удаление метастатического очага с эндопротезированием сустава, у 65 (26,3%) был произведен

погружной остеосинтез и у одного (0,4%) — радиочастотная термоабляция литического очага бедренной кости с остеопластикой.

У 33 (13,3%) пациентов выполнены повторные хирургические вмешательства: у 1 пациента выполнена ампутация, у 4 — вправление вывиха эндопротеза, у 5 — одно- или двухэтапное реэндопротезирование и в 23 случаях — сегментарная резекция с эндопротезированием.

Распределение пациентов по полу: 15 мужчин, 18 женщин. Возраст варьировал от 23 до 80 лет, средний возраст — 62 года.

Локализация первичной опухоли: рак молочной железы — 10 пациентов, рак почки — 13, рак легких — 3, рак предстательной железы — 2, рак прямой кишки — 3, рак печени и саркома Юинга с метастазами в кости — по одному больному.

У 11 (33,3%) пациентов в качестве первичной операции было выполнено эндопротезирование сустава, у 21 (63,6%) — интрамедуллярный остеосинтез, у одного (3%) — радиочастотная термоабляция литического очага бедренной кости с остеопластикой. При этом у 20 (60,6%) больных имелся патологический перелом кости, а у 7 (21,2%) — угроза его возникновения. У 5 (15,2%) пациентов показанием к операции явился продолженный рост солитарного метастаза в длинной кости.

Первичная операция у 11 пациентов была выполнена в МНИОИ им. П.А. Герцена, у 22 — в другом медицинском учреждении. При госпитализации у абсолютного большинства пациентов (31 из 33) присутствовал выраженный болевой синдром, у 17 пациентов имело место ограничение амплитуды движений, у 5 пациентов развился отек пораженных конечностей.

Оценка результатов

Выраженность болевого синдрома оценивали по визуально-аналоговой шкале (ВАШ), уровень качества жизни пациентов до и после операции — по шкалам EGOG (Eastern Cooperative Oncology Group) и Карновски [5].

Статистический анализ

Статистический анализ полученных данных проводили с использованием программы Solutions Statistical Package for the Social Sciences 22 (SPSS Statistics). Анализ выживаемости выполнен с помощью метода Каплана — Мейера. Кривые выживаемости сравнивали с использованием log-rank test. Различия считались статистически значимыми при уровне $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Динамика болевого синдрома по ВАШ до и после повторного хирургического вмешательства представлена в таблице 1.

Таблица 1
Динамика болевого синдрома по ВАШ

Баллы	Количество больных	
	до операции	после операции
0–2	2	28
3–4	5	5
5–6	20	0
7–8	3	0
9–10	3	0
Всего	33	33

Значение χ^2 Пирсона 48,533; $p < 0,001$.

Наблюдения показали, что после повторных хирургических вмешательств умерли 24 (72,7%) пациента. Из 24 пациентов у 6 было выполнено эндопротезирование сустава при первичной операции, у 17 пациентов — интрамедуллярный остеосинтез. У 1 пациента — радиочастотная термоабляция литического очага бедренной кости с остеопластикой. Медиана выживаемости после повторных хирургических вмешательств составила 15 мес. (от 6 до 28 мес.). При изучении отдаленных результатов лечения пациентов после повторных хирургических вмешательств нами выявлено, что общая однолетняя выживаемость составила 73%, 2-летняя — 24% (рис. 1).

У большинства — 226 (91,5%) больных — было отмечено улучшение качества жизни по шкале Karnofsky и EGOG после операции, а у 21 (8,5%) пациента качество жизни не изменилось. Но после повторных операций у всех 33 пациентов было отмечено улучшение качества жизни по шкале Karnofsky и EGOG (табл. 2).

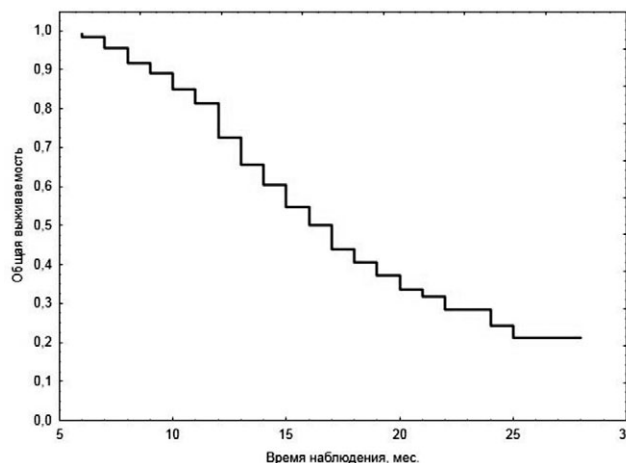


Рис. 1. Выживаемость пациентов после повторных хирургических вмешательств

Fig. 1. Survival rate of patients after revision surgery

Таблица 2
Динамика изменения уровня качества жизни после первой операции и повторных хирургических вмешательств по шкалам EGOG и Karnofsky

Описание	Баллы по шкале Karnofsky	Баллы EGOG	Кол-во больных (n = 247)		Кол-во больных (n = 33)	
			до первичной операции	после первичной операции	до повторных хирургических вмешательств	после повторных хирургических вмешательств
Пациент полностью активен, способен выполнять все, как и до заболевания	90–100	0	3	143 (3*)	0	26
Пациент не способен выполнять тяжелую работу, но может выполнять легкую или сидячую (например, легкую домашнюю или канцелярскую работу)	70–80	1	12	50 (3*)	2	7
Пациент лечится амбулаторно, способен к самообслуживанию, но не может работать. Более 50% времени бодрствования проводит активно — в вертикальном положении	50–60	2	18	28 (4*)	8	0
Пациент способен лишь к ограниченному самообслуживанию, проводит в кресле или постели более 50% времени	30–40	3	64	19 (4*)	17	0
Инвалид, совершенно не способен к самообслуживанию, прикован к креслу или постели	10–20	4	150	7 (7*)	6	0

* — количество больных, у которых качество жизни после операции не изменилось; $p < 0,001$.

Показаниями к повторной операции являлись ошибки в предоперационной диагностике (3 пациента), послеоперационное инфекционное осложнение (6 пациентов), вывих эндопротеза (4 пациента), продолженный рост солитарно-

го метастаза после остеосинтеза (5 пациентов), асептическая нестабильность после интрамедуллярного остеосинтеза (14 пациентов), травматический перелом ножки эндопротеза (1 пациент) (табл. 3).

Таблица 3

Причины повторных операций после хирургического лечения метастазов в длинных костях

Первичная операция	Кол-во пациентов	Осложнение	Повторная операция
Эндопротезирование	4	Вывих	Ревизия, вправление вывиха
	6	Инфицирование	Реэндопротезирование
	1	Перелом эндопротеза	
Остеосинтез	14	Асептическая нестабильность	Эндопротезирование
	4	Продолженный рост солитарного метастаза	
	1		
	2	Ошибки в предоперационной диагностике	Эндопротезирование
Радиочастотная термоабляция с остеопластикой	1	Ошибки в предоперационной диагностике	Эндопротезирование

ОБСУЖДЕНИЕ

В современных условиях пациенты предъявляют все более высокие требования к восстановлению качества жизни. Большинство надеется на как можно более быстрое восстановление функции пораженной конечности и максимальное уменьшение болевого синдрома после операции. В настоящее время в клинической практике для удаления метастатических очагов и исправления патологических переломов используются хирургические методы, такие как интрамедуллярный остеосинтез, эндопротезирование сустава и остеосинтез пластиной с целью восстановления функциональных характеристик пораженной кости [6, 7]. Анализ литературных источников показывает, что хирургическое лечение метастазов в длинных костях позволяет добиться хороших непосредственных результатов и существенно улучшает качество жизни этой категории больных [8, 9, 10, 11].

В нашем исследовании представлен ретроспективный анализ данных 247 пациентов с метастатическим поражением длинных костей, которым было выполнено оперативное лечение. Исследование непосредственных результатов и данных, полученных при последующем наблюдении за пациентами этой группы, показало, что использование хирургических вмешательств для лечения метастатического поражения длинных костей в большинстве случаев оправдано, поскольку они позволяют достичь хороших функциональ-

ных результатов и улучшить качество жизни данной категории больных (91%). Но в то же время мы пришли к заключению, что из-за рецидива болевого синдрома и других клинических симптомов, вызванных различными факторами, параллельно увеличивается число пациентов, нуждающихся в повторных операциях.

Таким образом, по результатам исследования выявлены основные факторы повторных хирургических вмешательств.

1. Ошибки в предоперационной диагностике

В представленную выше группу из 33 пациентов входили 3 пациента с диагностическими ошибками. Два пациента госпитализированы в травматологические отделения медицинских учреждений с переломом бедренной кости, где был выполнен интрамедуллярный остеосинтез по поводу предполагаемого травматического перелома. Одной из пациенток был установлен диагноз «остеосаркома метафиза бедренной кости» при первичном обращении в медицинское учреждение, а затем выполнена радиочастотная термоабляция в сочетании с остеопластикой.

В клинической практике у пациентов метастазы в костях могут протекать бессимптомно и диагностироваться случайно во время плановых обследований или при возникновении патологического перелома [12]. Т. Sun с соавторами сообщают, что 15 из 121 пациента (12,4%) с метастазами

в бедренную кость не имели четко верифицированной первичной опухоли при обследовании [13]. X.D. Tang с соавторами, проанализировав 125 случаев злокачественных опухолей с метастазами в кости, обнаружили, что у 29,6% пациентов метастазы не были диагностированы. При этом частота положительных результатов физикального обследования составила 9,6%, исследования специфических опухолевых антигенов — 43,2%, визуализирующего исследования — 60% и патологоанатомического исследования — 66,4% [14].

Результаты исследований показали, что костное микроокружение способствует метастатическому повреждению за счет изменения фенотипа опухолевых клеток и играет ключевую роль в порочном круге костного метастазирования. Костный матрикс богат многими факторами роста (такими как TGF- β , IGF-I и IGF-II и др.), которые высвобождаются в результате остеолизиса и одновременно стимулируют пролиферацию как костных, так и опухолевых клеток. Физические факторы костного матрикса (такие как кислая среда и т. д.) создают благоприятную среду для роста опухоли. Физические факторы взаимодействуют с факторами роста, тем самым способствуя формированию порочного круга развития метастазов в кости и ускоряя процесс костного метастазирования [11, 15, 16, 17, 18].

По нашему мнению, в большинстве случаев ошибки диагностики возникают вследствие малой онкологической настороженности общеклинического звена здравоохранения и в частности травматологов-ортопедов. Однако зачастую прогрессирование злокачественной опухоли в большей степени связано с развитием метастазов, чем с ростом первичного очага, и даже небольшая первичная опухоль может иметь явные отдаленные метастазы.

2. Некорректный выбор метода хирургического лечения

В нашем исследовании у 19 пациентов после остеосинтеза длинных костей по поводу верифицированного метастатического поражения развилась асептическая нестабильность, и был зарегистрирован рост солитарной опухоли через 6–12 мес. после операции, что в дальнейшем потребовало у одного больного выполнения ампутации, а у остальных — проведения сегментарной резекции с эндопротезированием.

Функциональные результаты после сегментарной резекции с эндопротезированием и остеосинтезом через 6 мес. существенно различаются в пользу эндопротезирования в связи с ростом опухоли в пораженном костном сегменте после остеосинтеза и развитием асептической нестабильности. Радикальное удаление опухоли при

сегментарной резекции с эндопротезированием позволяет добиться хороших функциональных результатов на более длительный срок ввиду отсутствия опухолевого роста в пораженном костном сегменте. При этом следует отметить, что нет существенных различий в среднем времени операции, объеме кровопотери, сроках активизации пациентов после остеосинтеза и эндопротезирования [19].

В связи с развитием онкологической науки и совершенствованием методов лечения продолжительность жизни онкологических больных значительно увеличилась, это привело к росту числа пациентов с метастазами в кости [20]. Осложненное течение метастатического поражения костей значимо влияет на качество жизни больных [21]. Показания к хирургическому лечению и методы ортопедического пособия у пациентов с костными метастазами могут существенно различаться в разных странах. Так, в США 71% пациентов с метастазами в кости подвергаются хирургическому вмешательству из-за угрозы патологических переломов, а в странах Северной Европы — только 18% [20, 22].

Прогнозирование продолжительности жизни пациентов с метастазами в кости играет важную роль при выборе вариантов лечения, но точность такого прогноза пока недостаточна. В течение последних десятилетий предпринимались неоднократные попытки разработки новых систем, помогающих в принятии решения о тактике лечения пациентов с метастатическим поражением костей [23, 24, 25, 26, 27]. Другим важным фактором для определения тактики хирургического лечения является локализация метастатического поражения, а также наличие или угроза патологического перелома [12, 28, 29, 30]. Оценка риска возникновения перелома осуществляется по шкале Mirels, при наличии более 9 баллов следует провести хирургическое лечение [31]. В настоящее время интрамедуллярный остеосинтез в лечении метастатического поражения костей имеет ограниченные показания и практически не применяется. Предпочтение отдается онкологическому эндопротезированию [32, 33, 34, 35, 36].

Для пациентов с метастазами в длинные кости в сочетании с патологическими переломами или их угрозой необходимо определить оптимальный хирургический метод с учетом ожидаемой продолжительности жизни пациента, локализации перелома и многих других факторов. При раке молочной железы, раке предстательной железы и других локализациях рака с длительным периодом выживания пациентов, когда первичная опухоль была удалена или опухолевый процесс проявляется относительно медленно развивающимся изолированным метастазом в кости, можно вы-

полнить обширную резекцию опухоли для уменьшения частоты местных рецидивов. Однако выбор хирургических методов восстановления функции пораженной конечности ориентирован на участок патологического перелома. Если костный метастаз расположен около суставов в сочетании с патологическими переломами, эндопротезирование сустава может быть оптимальным методом лечения. Данный хирургический метод может позволить эффективно заместить костный дефект при удалении опухоли и обеспечить достаточные функциональные показатели и прочность пораженной конечности после операции. Функциональные упражнения можно выполнять в течение 1 нед. после операции во избежание длительного постельного режима. Если патологический перелом локализован в диафизе кости, можно рассмотреть возможность использования интрамедуллярного остеосинтеза, поскольку этот метод обеспечивает равномерное напряжение и небольшую кровопотерю [32, 33]. В случае когда опухоль не сильно разрушает костную ткань в месте перелома и кортикальная кость находится в хорошем состоянии, также можно использовать интрамедуллярный остеосинтез. Добавление костного цемента к месту дефекта кости повышает его стабильность и может разрушить опухолевые клетки и нервные окончания в очаге за счет повышения температуры во время процесса затвердевания костного цемента. Когда опухоль значительно разрушает кортикальную кость в месте перелома или другие методы остеосинтеза не эффективны, предпочтение отдается эндопротезированию сустава [34].

По нашему мнению, интрамедуллярный остеосинтез может предотвратить переломы проксимального отдела и диафиза бедренной кости. Однако патологические переломы происходят также в большом или малом вертелах кости, что сопровождается выраженным повреждением кортикальной кости, и в этом случае следует использовать эндопротезирование сустава.

3. Послеоперационные осложнения

К наиболее частым послеоперационным осложнениям в хирургическом лечении метастазов в длинные кости относятся инфекция и вывих эндопротеза — эти ситуации выявлены у 10 из 33 больных.

3.1. Инфекция

В данном исследовании у 6 пациентов выполнена повторная операция из-за послеоперационного инфицирования ложа эндопротеза. При этом у 4 больных было выполнено двухэтапное ревизионное протезирование, а у 2 пациентов после ревизии и санации сразу был установлен новый эндопротез. Случаев ампутации не было.

Послеоперационная инфекция — самое серьезное осложнение онкологического эндопротезирования. Инфекция может вызвать боль, выраженные ограничения функции сустава и, если ее не лечить должным образом, может привести к ампутации конечности [37]. Сообщается, что вероятность ампутации из-за нагноения составляет от 19% до 47% [38, 39]. Следует упомянуть, что операция проводится в операционной с ламинарным потоком, используется костный цемент с антибиотиками, а перед операцией и после нее пациенты принимают антибиотики для предотвращения инфекции. Тем не менее послеоперационная инфекция по-прежнему представляет собой серьезную проблему для онкоортопедов. Данные литературы свидетельствуют, что ревизионные операции позволяют в большинстве случаев контролировать инфекцию [37, 40]. Эффективность ревизионных операций в отношении купирования инфекции может достигать 70% [40].

На основании нашего опыта и данных литературы можно полагать, что послеоперационные инфекции, приводящие к повторной операции, могут быть связаны со следующими факторами:

- адьювантная терапия снижает аутоиммунную резистентность пациента;
- интраоперационная обработка асептиком производится недостаточно тщательно, что непосредственно приводит к интраоперационному загрязнению;
- опухоль широко инвазирует, в результате чего местные мягкие ткани становятся тонкими после резекции опухолевого участка, снижается способность поглощать экссудат и бороться с инфекцией, появляется предрасположенность к послеоперационной инфекции;
- плохой дренаж раны после операции может привести к скоплению жидкости и крови;
- после операции окружающие мягкие ткани не придерживаются протезом, поэтому вокруг него может образоваться полость, в которой легко скапливается жидкость и развивается инфекция;
- между организмом и протезом возникает реакция отторжения, которая проявляется в виде экссудации коричневой жидкости, при этом вначале нет роста бактерий, однако большое количество экссудата в течение длительного периода времени создает условия для роста бактерий, а повторные перевязки могут легко привести к загрязнению раны;
- мягкие ткани плохо закрывают рану; после обширной краевой резекции тканей часто затруднено закрытие раны тканями, отмечаются плохое заживление разреза и даже некроз края кожи, что может привести к вторичной инфекции.

3.2. Вывих

Вывих является серьезным осложнением после эндопротезирования сустава и обычно требует повторного хирургического вмешательства. По данным литературы, частота вывихов после эндопротезирования плечевого сустава составляет от 12% до 54,5% [41]. Исследование С.У. Gwam с соавторами показало, что вывих сустава после эндопротезирования тазобедренного сустава является основной причиной повторной операции (17,3%) и встречается чаще, чем инфекция и асептическая нестабильность [42].

В нашем исследовании 4 пациентам выполнялись ревизионные операции по поводу вывиха. У 2 больных вывих произошел через 15 и 45 сут. после эндопротезирования плечевого сустава, у одного было выполнено однополюсное (анатомическое) эндопротезирование, а у второго — реверсивное. Еще у 2 пациентов вывих произошел после эндопротезирования тазобедренного сустава на 3-и и 35-е сут. после операции. Всем пациентам было выполнено хирургическое вмешательство в объеме ревизии с вправлением вывиха. Для профилактики повторных вывихов использовались различные виды реконструкции и пластики.

Вывих после онкологического эндопротезирования, как правило, связан с массивным удалением окружающих опухоль мягких тканей и всего связочного аппарата. Хирургическая профилактика вывихов включает в себя восстановление точек фиксации сухожилий и применение различных видов пластики, в том числе с использованием биосинтетических материалов.

4. Прочие факторы

У одной пациентки было проведено эндопротезирование по поводу рака молочной железы с метастазами в бедренную кость в сочетании

с патологическими переломами. Через 19 мес. после операции она снова была госпитализирована с переломом вследствие случайного падения, при этом рентгеновский снимок показывал переломы эндопротеза. Этой пациентке было выполнено реэндопротезирование.

Ограничения исследования

Проведенное исследование является одноцентровым, представляет собой ретроспективный анализ, и размер выборки данных ограничен. Требуется проведение многоцентровых проспективных исследований для уточнения факторов, приводящих к повторному хирургическому вмешательству при метастатическом поражении длинных костей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование показало, что основными причинами, приводящими к повторной операции, у пациентов с костными метастазами были недостаточно точная предоперационная диагностика, связанные с этим ошибки в выборе вариантов хирургического вмешательства, а также послеоперационные осложнения.

По нашему мнению, для эффективного лечения пациентов с метастазами в длинных костях необходим мультидисциплинарный подход с выработкой тактики лечения на консилиуме с участием химиотерапевтов, радиологов и ортопедов, а также с использованием специализированных шкал онкологического прогноза. Хирургическая бригада должна иметь опыт работы с онкологическими пациентами. Это позволит увеличить вероятность успеха операции, восстановить функцию пораженной конечности, улучшить качество жизни пациентов и снизить риск повторной операции.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Заявленный вклад авторов

Ван Ц. — концепция и дизайн исследования, сбор и статистическая обработка данных, написание текста.

Харченко Н.В. — концепция и дизайн исследования, утверждение окончательного варианта статьи.

Запиров Г.М. — сбор и анализ материалов, редактирование текста.

Каприн А.Д. — концепция и дизайн исследования.

Бухаров А.В. — концепция и дизайн исследования, написание и редактирование текста.

Державин В.А. — сбор и анализ материалов, редактирование текста.

Ядрина А.В. — сбор и анализ материалов, редактирование текста.

Все авторы прочли и одобрили финальную версию рукописи статьи. Все авторы согласны нести ответственность за все аспекты работы, чтобы обеспечить надле-

DISCLAIMERS

Author contribution

Wang J. — concept and research design, collection and statistical processing of data, writing text.

Kharchenko N.V. — research concept and design.

Zapirov G.M. — collection and analysis of materials, editing text.

Kaprin A.D. — research concept and design.

Bucharov A.V. — concept and research design, writing text, text editing.

Derzhavin V.A. — collection and analysis of materials, text preparation and editing.

Yadrina A.V. — collection and analysis of materials, text preparation and editing.

All authors read and approved the final version of the manuscript in the article. All authors agree to be responsible for all aspects of the work to ensure proper consideration and

жащее рассмотрение и решение всех возможных вопросов, связанных с корректностью и надежностью любой части работы.

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

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

Этическая экспертиза. Не применима.

Информированное согласие на публикацию. Не требуется.

resolution of all possible issues related to the correctness and reliability of any part of the work.

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

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

Ethics approval. Not applicable.

Consent for publication. Not required.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

- Davila D., Antoniou A., Chaudhry M.A. Evaluation of osseous metastasis in bone scintigraphy. *Semin Nucl Med.* 2015;45(1):3-15. doi: 10.1053/j.semnuclmed.2014.07.004.
- Ван Ц., Харченко Н.В. Сравнительный анализ хирургических вмешательств в лечении пациентов с метастатическим поражением бедренной кости в сочетании с патологическими переломами. *Вестник РУДН. Серия: Медицина.* 2020;24(3):237-244. doi: 10.22363/2313-0245-2020-24-3-237-244. Wang J., Kharchenko N.V. [Comparative analysis of surgical interventions in the treatment of patients with metastatic lesions of the femur in combination with pathological fractures]. *Vestnik RUDN. Seriya: Meditsina* [RUDN Journal of Medicine]. 2020;24(3):237-244. (In Russian). doi: 10.22363/2313-0245-2020-24-3-237-244.
- Soeharno H., Povegliano L., Choong P.F. Multimodal Treatment of Bone Metastasis — A Surgical Perspective. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2018;9:518. doi: 10.3389/fendo.2018.00518.
- Miller B.J., Gao Y., Duchman K.R. Does surgery or radiation provide the best overall survival in Ewing's sarcoma? A review of the National Cancer Data Base. *J Surg Oncol.* 2017;116(3):384-390. doi: 10.1002/jso.24652.
- Zubrod C.G., Schneiderman M.A., Frei III E., Brindley C., Gold G.L., Shnider B. et al. Appraisal of methods for the study of chemotherapy of cancer in man: Comparative therapeutic trial of nitrogen mustard and triethylene thiophosphoramide. *J Chronic Dis.* 1960;11:7-33.
- Di Martino A., Martinelli N., Loppini M., Piccioli A., Denaro V. Is endoprosthesis safer than internal fixation for metastatic disease of the proximal femur? A systematic review. *Injury.* 2017;48 Suppl 3:S48-S54. doi: 10.1016/S0020-1383(17)30658-7.
- Schmid-Alliana A., Schmid-Antomarchi H., Al-Sahlane R., Lagadec P., Scimeca J.C., Verron E. Understanding the Progression of Bone Metastases to Identify Novel Therapeutic Targets. *Int J Mol Sci.* 2018;19(1):148. doi: 10.3390/ijms19010148.
- Микайлов И.М., Тихилов Р.М., Пташников Д.А., Денисов А.А., Григорьев П.В. Долгосрочные результаты эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов с опухолевым поражением проксимального отдела бедренной кости. *Травматология и ортопедия России.* 2020;26(1):11-20. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-11-20. Mikailov I.M., Tikhilov R.M., Ptashnikov D.A., Denisov A.A., Grigoriev P.V. [The Long-Term Results of Hip Arthroplasty in Patients with Proximal Femur Tumors]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(1):11-20. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-11-20.
- Тепляков В.В., Шапошников А.А., Сергеев П.С., Ахов А.О., Ли Я.А., Лазукин А.В. и др. Частота встречаемости хирургического компонента в комплексном лечении метастатического поражения костей. *Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи.* 2016;(1):16-28. Teplyakov V.V., Shaposhnikov A.A., Sergeev P.S., Akhov A.O., Li Y.A., Lazukin A.V. et al. [Demand of surgical component in complex treatment metastatic bone disease]. *Sarkomy kostey, myagkikh tkaney i opukholi kozhi* [Bone and soft tissue sarcomas, tumors of the skin]. 2016;(1):16-28. (In Russian).
- Hara H., Sakai Y., Kawamoto T., Fukase N., Kawakami Y., Takemori T. et al. Surgical outcomes of metastatic bone tumors in the extremities (Surgical outcomes of bone metastases). *J Bone Oncol.* 2021;27:100352. doi: 10.1016/j.jbo.2021.100352.
- Bonneville P., Baron-Trocenier T., Niglis L., Ghazi A., Descamps J., Lebaron M. et al. Functional results and survival after surgery for peripheral skeletal metastasis: A 434-case multicenter retrospective series. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2020; 106(6):997-1003. doi: 10.1016/j.otsr.2019.10.024.
- Jehn C.F., Diel I.J., Overkamp F., Kurth A., Schaefer R., Miller K. et al. Management of Metastatic Bone Disease Algorithms for Diagnostics and Treatment. *Anticancer Res.* 2016;36(6):2631-2637.
- Sun T., Guo Ch., Qi D., Hu T., Zhao M., Zhou Z. et al. Clinical analysis of fracture related femoral metastatic tumors. *Chin J Geriatr Orthop Rehabil (Electronic Edition).* 2017;3(3):136-142. Available from: https://caod.oriprobe.com/articles/52799885/Clinical_analysis_of_fracture_related_femoral_meta.htm.
- Tang X.D., Guo W., Yang R.L. Diagnosis of bone metastasis from unknown origin. *Orthop J China.* 2009;17(1):7-10. Available from: <https://caod.oriprobe.com/order.htm?id=15834866&ftext=base>
- Florencio-Silva R., Sasso G.R., Sasso-Cerri E., Simões M.J., Cerri P.S. Biology of Bone Tissue: Structure, Function, and Factors That Influence Bone Cells. *Biomed Res Int.* 2015; 2015:421746. doi: 10.1155/2015/421746.
- Fornetti J., Welm A.L., Stewart S.A. Understanding the Bone in Cancer Metastasis. *J Bone Miner Res.* 2018; 33(12):2099-2113. doi: 10.1002/jbmr.3618.

17. Chappard D., Bouvard B., Baslé M.F., Legrand E., Audran M. Bone metastasis: histological changes and pathophysiological mechanisms in osteolytic or osteosclerotic localizations. A review. *Morphologie*. 2011;95(309):65-75. doi: 10.1016/j.morpho.2011.02.004.
18. Arnett T.R. Acidosis, hypoxia and bone. *Arch Biochem Biophys*. 2010;503(1):103-109. doi: 10.1016/j.abb.2010.07.021.
19. Бухаров А.В., Державин В.А., Голубев П.В., Ядрина А.В. Лечение пациентов с метастатическим поражением длинных костей. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2021;(5):89-94. doi: 10.17116/hirurgia202105189. Bukharov A.V., Derzhavin V.A., Golubev P.V., Yadrina A.V. [Treatment of patients with metastatic lesions of the long bones]. *Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova* [Pirogov Russian Journal of Surgery]. 2021;(5):89-94. (In Russian). doi: 10.17116/hirurgia202105189.
20. Ratasvuori M., Wedin R., Hansen B.H., Keller J., Trovik C., Zaikova O. et al. Prognostic role of en-bloc resection and late onset of bone metastasis in patients with bone-seeking carcinomas of the kidney, breast, lung, and prostate: SSG study on 672 operated skeletal metastases. *J Surg Oncol*. 2014;110(4):360-365. doi: 10.1002/jso.23654.
21. Ван Ц., Харченко Н.В., Карпенко В.Ю. Анализ факторов послеоперационного прогноза у пациентов с метастатическим поражением длинных трубчатых костей. *Казанский медицинский журнал*. 2020;101(5):685-690. doi: 10.17816/KMJ2020-685. Wang J. Kharchenko N.V. Karpenko V.Y. [Analysis of postoperative prognostic factors in patients with long bones metastatic lesions]. *Kazanskiy meditsinskiy zhurnal* [Kazan Medical Journal]. 2020;101(5):685-690. (In Russian). doi: 10.17816/KMJ2020-685.
22. Hansen B.H., Keller J., Laitinen M., Berg P., Skjeldal S., Trovik C. et al. The Scandinavian Sarcoma Group Skeletal Metastasis Register. Survival after surgery for bone metastases in the pelvis and extremities. *Acta Orthop Scand Suppl*. 2004;75(311):11-15. doi: 10.1080/00016470410001708270.
23. Kong P., Yan J., Liu D., Ji Y., Wang Y., Zhuang J. et al. Skeletal-related events and overall survival of patients with bone metastasis from nonsmall cell lung cancer-A retrospective analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2017;96(51):e9327. doi: 10.1097/MD.0000000000009327.
24. Zhao C., Wang Y., Cai X., Xu W., Wang D., Wang T. et al. Prognostic Significance of a Novel Score Model Based on Preoperative Indicators in Patients with Breast Cancer Spine Metastases (BCSM). *Cancer Manag Res*. 2020;12:11501-11513. doi: 10.2147/CMAR.S273785.
25. Ahmed A.K., Goodwin C.R., Heravi A., Kim R., Abu-Bonsrah N., Sankey E. et al. Predicting survival for metastatic spine disease: a comparison of nine scoring systems. *Spine J*. 2018;18(10):1804-1814. doi: 10.1016/j.spinee.2018.03.011.
26. Wibmer C., Leithner A., Hofmann G., Clar H., Kapitan M., Berghold A. et al. Survival analysis of 254 patients after manifestation of spinal metastases: evaluation of seven preoperative scoring systems. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011;36(23):1977-1986. doi: 10.1097/BRS.0b013e3182011f84.
27. Katagiri H., Okada R., Takahashi M., Takahashi M., Murata H., Harada H. et al. New prognostic factors and scoring system for patients with skeletal metastasis. *Cancer Med*. 2014;3(5):1359-1367. doi: 10.1002/cam4.292.
28. Deng Z.-P., Zhao H.T., Sun Y., Jin T., Ding Y., Niu X.-H. et al. [Result analysis of percutaneous core needle biopsy for bone tumors in upper limbs with pathological fracture]. *Zhongguo Gu Shang*. 2021;34(6):527-530. doi: 10.12200/j.issn.1003-0034.2021.06.009. (In Chinese).
29. Anract P., Biau D., Boudou-Rouquette P. Metastatic fractures of long limb bones. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2017;103(1S):S41-S51. doi: 10.1016/j.otsr.2016.11.001.
30. Errani C., Mavrogenis A.F., Cevolani L., Spinelli S., Piccioli A., Maccauro G. et al. Treatment for long bone metastases based on a systematic literature review. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2017;27(2):205-211. doi: 10.1007/s00590-016-1857-9.
31. Mirels H. Metastatic disease in long bones. A proposed scoring system for diagnosing impending pathologic fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 1989;(249): 256-264.
32. Forsberg J.A., Wedin R., Bauer H. Which implant is best after failed treatment for pathologic femur fractures? *Clin Orthop Relat Res*. 2013;471(3):735-740. doi: 10.1007/s11999-012-2558-2.
33. Salunke A.A., Chen Y., Tan J.H., Chen X., Khin L.W., Puhaindran M.E. Does a pathological fracture affect the prognosis in patients with osteosarcoma of the extremities?: a systematic review and meta-analysis. *Bone Joint J*. 2014;96-B(10):1396-403. doi: 10.1302/0301-620X.96B10.34370.
34. Funovics P.T., Bucher F., Toma C.D., Kotz R.I., Dominkus M. Treatment and outcome of parosteal osteosarcoma: biological versus endoprosthetic reconstruction. *J Surg Oncol*. 2011;103(8):782-789. doi: 10.1002/jso.21859.
35. Ru J.Y., Chen L.X., Hu F.Y., Shi D., Xu R., Du J.-W. et al. Factors associated with development of re-nunion after primary revision in femoral shaft nonunion subsequent to failed intramedullary nailing. *J Orthop Surg Res*. 2018; 13(1):180. doi: 10.1186/s13018-018-0886-y.
36. Hong Y.F., Wu W.X. Clinical Analysis of Postoperative Complications of Interlocking Medullary Nail to Fracture 36 Cases. *J Med Forum*. 2005;(16):34-35. Available from: <https://caod.oriprobe.com/order.htm?id=9945498&ftext=base>.
37. Ji T., Guo W., Yang R., Tang X. [Two-stage revision for prostheses infection in patients with bone tumor after knee prosthetic replacement]. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi*. 2012;26(1):21-25. (In Chinese).
38. Shehadeh A., Noveau J., Malawer M., Henshaw R. Late complications and survival of endoprosthetic reconstruction after resection of bone tumors. *Clin Orthop Relat Res*. 2010;468(11):2885-2895. doi: 10.1007/s11999-010-1454-x.
39. Macmull S., Bartlett W., Miles J., Blunn G.W., Pollock R.C., Carrington R.W.J. et al. Custom-made hinged spacers in revision knee surgery for patients with infection, bone loss and instability. *Knee*. 2010; 17(6):403-406. doi: 10.1016/j.knee.2009.11.004.
40. Tang S., Guo W., Yang R.L. Retrospective study on the secondary amputation after the limb salvage surgery for bone tumor. *Chinese J Bone Joint Surg*. 2013;6(3):200-203+234. Available from: https://caod.oriprobe.com/articles/45325751/Retrospective_study_on_the_secondary_amputation_after_the_limb_salvage.htm.

41. Tang X., Guo W., Yang R., Tang S., Ji T. Synthetic mesh improves shoulder function after intraarticular resection and prosthetic replacement of proximal humerus. *Clin Orthop Relat Res.* 2015;473(4):1464-1471. doi: 10.1007/s11999-015-4139-7.
42. Gwam C.U., Mistry J.B., Mohamed N.S., Thomas M., Bigart K.C., Mont M.A. et al. Current Epidemiology of Revision Total Hip Arthroplasty in the United States: National Inpatient Sample 2009 to 2013. *J Arthroplasty.* 2017;32(7):2088-2092. doi: 10.1016/j.arth.2017.02.046.

Сведения об авторах

✉ Ван Цзюнь

Адрес: Россия, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6
<https://orcid.org/0000-0001-5625-0509>
 e-mail: kbcwbw2000@163.com

Харченко Наталья Владимировна — д-р мед. наук
<https://orcid.org/0000-0002-5352-492X>
 e-mail: docsemi@yandex.ru

Запиров Гаджимурад Магомедович — канд. мед. наук
<https://orcid.org/0000-0003-2347-4615>
 e-mail: zapirov@mail.ru

Каприн Андрей Дмитриевич — академик РАН,
 д-р мед. наук, профессор
<https://orcid.org/0000-0001-8784-8415>
 e-mail: kaprin@mail.ru

Бухаров Артем Викторович — д-р мед. наук
<https://orcid.org/0000-0002-2976-8895>
 e-mail: artembuharov@mail.ru

Державин Виталий Андреевич — канд. мед. наук
<https://orcid.org/0000-0002-4385-9048>
 e-mail: osteosa@yandex.ru

Ядрина Анна Викторовна — канд. мед. наук
<https://orcid.org/0000-0002-7944-3108>
 e-mail: anna_16.06@mail.ru

Authors' information

✉ Jun Wang

Address: 6, Miklukho-Maklaya str., Moscow, 117198, Russia
<https://orcid.org/0000-0001-5625-0509>
 e-mail: kbcwbw2000@163.com

Natalya V. Kharchenko — Dr. Sci. (Med.)
<https://orcid.org/0000-0002-5352-492X>
 e-mail: docsemi@yandex.ru

Gadzhimurad M. Zapirov — Cand. Sci. (Med.)
<https://orcid.org/0000-0003-2347-4615>
 e-mail: zapirov@mail.ru

Andrey D. Kaprin — Dr. Sci. (Med.), Professor
<https://orcid.org/0000-0001-8784-8415>
 e-mail: kaprin@mail.ru

Artem V. Bukharov — Dr. Sci. (Med.)
<https://orcid.org/0000-0002-2976-8895>
 e-mail: artembuharov@mail.ru

Vitalii A. Derzhavin — Cand. Sci. (Med.)
<https://orcid.org/0000-0002-4385-9048>
 e-mail: osteosa@yandex.ru

Anna V. Yadrina — Cand. Sci. (Med.)
<https://orcid.org/0000-0002-7944-3108>
 e-mail: anna_16.06@mail.ru

Оценка состояния стопы после заимствования некровоснабжаемых фаланг пальцев для аутотрансплантации на кисть

П.А. Матвеев¹, И.В. Шведовченко¹, Л.М. Смирнова^{1,2}, А.А. Кольцов¹

¹ ФГБУ «Федеральный научный центр реабилитации инвалидов им. Г.А. Альбрехта» Минтруда России, г. Санкт-Петербург, Россия

² ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)» Минобрнауки России, г. Санкт-Петербург, Россия

Актуальность. Аутотрансплантация некровоснабжаемых фаланг пальцев стопы является одним из доступных методов реконструктивно-пластической хирургии для лечения недоразвитий кисти. Актуален вопрос влияния заимствования фаланг на внешний вид и функциональность донорской стопы в отдаленном периоде.


Цель — объективная оценка внешнего вида, формы и функционального состояния стопы в отдаленном периоде после заимствования некровоснабжаемых фаланг пальцев и последующей пересадки для замещения дефекта пальцев кисти при врожденных и приобретенных патологиях.


Материал и методы. Обследовано 40 пациентов, которым в возрасте от 8 мес. до 11 лет были выполнены в совокупности 54 пересадки фаланг по поводу редукционных аномалий кисти. В качестве трансплантата использовали проксимальные или средние фаланги IV и II пальцев стопы. Для оценки состояния стоп в отдаленном периоде всем пациентам проводили клинико-рентгенологические исследования. 12 пациентам в возрасте от 3 до 13 лет проведены компьютерные плантография, подометрия и бародинамоплантография.

Результаты. При осмотре стоп оперированных пациентов в отдаленном периоде у многих было выявлено линейное укорочение донорских пальцев стопы по сравнению с контралатеральной стопой, что для доказательности фиксировали компьютерным планто-подометрическим методом. Бародинамоплантографическое исследование не показало значимых признаков снижения опороспособности стопы, которые можно было бы связать с пересадкой некровоснабжаемой фаланги пальца стопы. При ходьбе не наблюдалось явных признаков нарушения двигательных функций оперированной стопы.

Заключение. Объективно подтверждено, что заимствование некровоснабжаемых фаланг пальцев стопы для их последующего перемещения на кисть не оказывает существенного влияния на форму и статодинамическую функцию стопы в отдаленном периоде наблюдения, несмотря на укорочение донорских пальцев стопы.

Ключевые слова: кисть, пороки развития, аутотрансплантация, свободная костная пластика, транспозиция фаланги, пальцы стопы, некровоснабжаемый трансплантат, биомеханическое исследование, дети.

 Матвеев П.А., Шведовченко И.В., Смирнова Л.М., Кольцов А.А. Оценка состояния стопы после заимствования некровоснабжаемых фаланг пальцев для аутотрансплантации на кисть. *Травматология и ортопедия России*. 2022;28(3):49-62. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-1784>.

 Матвеев Павел Андреевич; e-mail: p-matveyev@narod.ru

Рукопись получена: 04.06.2022. Рукопись одобрена: 26.07.2022. Статья опубликована: 12.09.2022.

© Матвеев П.А., Шведовченко И.В., Смирнова Л.М., Кольцов А.А., 2022



Assessment of the Foot Donor Site Morbidity After Non-Vascularized Toe Phalanx Transfer to the Hand

Pavel A. Matveev¹, Igor V. Shvedovchenko¹, Lyudmila M. Smirnova^{1,2},
Andrey A. Koltsov¹

¹ Albrecht Federal Scientific Centre of Rehabilitation of the Disabled, St. Petersburg, Russia

² St. Petersburg Electrotechnical University «LETI» named after V.I. Ulyanov (Lenin), St. Petersburg, Russia

Background. Non-vascularized is one of the available methods of reconstructive surgery for the treatment of the hand congenital anomalies. The the impact of toe phalanx transfer on the appearance and functionality of the donor site in the long term is relevant.

Aim of the study — an objective assessment of the appearance, shape and functional state of the foot in the long-term period after the toe phalanx transfer into defects of the fingers in congenital and obtained hand pathologies.

Methods. On the basis of the Federal Scientific Center for the Rehabilitation of the Disabled named after G.A. Albrecht 40 patients were examined, who, aged from 8 months to 11 years (in the period 2013-2022), underwent 54 toe phalanx transfer to the hand. The proximal or middle phalanx of the IV and II toes were used as a graft. To assess the condition of the feet in the long term, all patients underwent clinical and radiological studies. 12 patients aged 3 to 13 years underwent computerized plantography, podometry and barodynamopantography.

Results. After donor feet examination in the long-term period, lots of them showed a linear shortening of the donor toes compared to the contralateral foot, which was recorded by a computer planto-podometric method for evidence. The barodynamopantographic study did not show significant signs of a decrease in the support ability of the foot, which could be associated with non-vascularized toe phalanx transfer. When walking, there were no obvious signs of impaired motor functions of the donor foot.

Conclusion. It was objectively confirmed that the non-vascularized toe phalanx transfer to the hand does not significantly affect the shape and statodynamic function of the foot in the long-term follow-up period, despite the shortening of the donor toes.

Keywords: hand, congenital anomalies, autografts, free bone grafting, phalanx transfer, toes, non-vascularized graft, biomechanical examination, children.

Cite as: Matveev P.A., Shvedovchenko I.V., Smirnova L.M., Koltsov A.A. [Assessment of the Foot Donor Site Morbidity After Non-Vascularized Toe Phalanx Transfer to the Hand]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2022;28(3):49-62. (In Russian). <https://doi.org/10.17816/2311-2905-1784>.

✉ Pavel A. Matveev; e-mail: p-matveyev@narod.ru

Submitted: 04.06.2022. Accepted: 26.07.2022. Published: 12.09.2022.

© Matveev P.A., Shvedovchenko I.V., Smirnova L.M., Koltsov A.A., 2022

ВВЕДЕНИЕ

В мировой литературе известны различные методы реконструктивно-пластической хирургии, используемые при лечении врожденных недоразвитий (брахидактилии, эктродактилии, гипоплазии) и приобретенных деформаций кисти, характеризующихся уменьшением линейных и объемных параметров, а также количества сегментов кисти, что приводит к значительным функциональным и косметическим нарушениям верхней конечности [1]. К методам реконструкции относят микрохирургию [2], компрессионно-дистракционный остеосинтез [3, 4, 5, 6], различные виды кожной, сухожильно-мышечной и костной пластики [6, 7], а также протезирование [8]. Вместе с тем известен менее распространенный, но эффективный и доступный для восстановления функциональных возможностей и косметического состояния кисти вариант костной пластики — аутотрансплантация некрвоснабжаемых фаланг пальцев стопы [9, 10, 11, 12].

Метод аутотрансплантации некрвоснабжаемых фаланг пальцев стоп получил известность в начале XX в., когда деформированные на фоне последствий туберкулезной инфекции или энхондромы фаланги пальцев кисти резецировали и замещали некрвоснабжаемыми фалангами пальцев стоп, а в образовавшиеся дефекты донорских участков пальцев стоп внедряли трансплантаты из реберного хряща. Через год при контрольном обследовании пациентов авторы не выявляли грубых косметических и функциональных дефектов донорских пальцев стоп и реципиентных пальцев кисти, на выполненных рентгенограммах положение костных трансплантатов было удовлетворительным, суставные концы в сформированных пальцах были конгруэнтны, признаков резорбции не отмечалось [9, 10]. О новых случаях реконструкции пальцев кисти с помощью фаланг пальцев стопы упоминали М.А. Entin, затем R.E. Carroll и D.P. Green, N.H. Goldberg и H. Kirk-Watson [11, 12, 13].

Метод аутотрансплантации некрвоснабжаемых фаланг пальцев стопы при врожденных недоразвитиях кисти получил более широкую известность в 1990 г. после публикации D. Buck-Gramcko результатов исследования 57 пациентов, которым с 1976 г. было выполнено 97 трансплантаций фаланг [14, 15].

Постепенно появились новые исследования результатов применения пересадки некрвоснабжаемых фаланг пальцев стопы на кисть, согласно которым следовало следующее: аутотрансплантация некрвоснабжаемых пальцев стопы при недоразвитиях кисти позволяет улучшить ее внешний вид

и функцию [16, 17, 18, 19], обеспечивает возможность для роста пальца за счет зоны роста перемещенной фаланги [18, 20, 21, 22], отличается низкой травматичностью для донорской стопы [16, 22, 23], минимальным риском рассасывания пересаженного трансплантата [21, 22, 23, 24].

Вместе с тем остается актуальным вопрос влияния пересадки фаланг в отдаленном периоде на внешний вид и функциональность донорской стопы. Известен ряд публикаций, в которых представлены результаты клинических исследований донорских стоп пациентов после заимствования некрвоснабжаемых фаланг [16, 17, 22, 25]. В ряде случаев были выявлены укорочение, «гибкость» и нестабильность донорских пальцев стопы. При этом ни в одном источнике нами не обнаружено сведений о проведении исследования стоп, которое позволяло бы объективно (с применением инструментальных методов) оценить, насколько пересадка фаланги влияет на изменение формы и функции стопы после заимствования фаланг для аутотрансплантации на кисть.

Цель — объективная оценка внешнего вида, формы и функционального состояния стопы в отдаленном периоде после заимствования некрвоснабжаемых фаланг пальцев и последующей пересадки для замещения дефекта пальцев кисти при врожденных и приобретенных патологиях.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

В клинике ФГБУ «Федеральный научный центр реабилитации инвалидов им. Г.А. Альбрехта» Минтруда России проведено проспективное одноцентровое наблюдательное исследование влияния заимствования некрвоснабжаемых фаланг пальцев (для пересадки в дефект пальцев кисти) на анатомо-функциональное состояние стопы.

Пациенты

Обследовано 40 пациентов (21 мальчик и 19 девочек), которым в возрасте от 8 мес. до 11 лет (до 1 года — 2 ребенка, от 1 до 3 лет — 22, от 3 до 7 лет — 11, от 7 до 11 — 5) в период 2013–2022 гг. были выполнены в совокупности 54 пересадки фаланг по поводу недоразвития (эктродактилии, брахидактилии, гипоплазии) и приобретенных деформаций кисти. Для пересадки использовали проксимальные или средние фаланги IV или II пальцев стопы, ориентируясь на линейные и объемные размеры предполагаемого дефекта в реципиентных зонах (табл. 1). В таблице 2 указано распределение реципиентных зон у пациентов по локализации на кисти.

Таблица 1

Распределение донорских зон при пересадке некрвоснабжаемых фаланг пальцев стопы на кисть

Палец стопы	Локализация донорских зон		Всего
	Проксимальные фаланги	Средние фаланги	
II	2	7	9
IV	26	19	45
Всего	28	26	54

Таблица 2

Локализация реципиентной зоны при пересадке некрвоснабжаемых фаланг пальцев стопы на кисть

Луч кисти	Локализация реципиентных зон			Всего
	Пястные кости	Проксимальные фаланги	Средние фаланги	
I	8	8	–	16
II	–	5	7	12
III	–	6	4	10
IV	–	3	6	9
V	–	5	2	7
Всего	8	27	19	54

Оценка результатов

Для оценки состояния стоп в отдаленном периоде мы использовали клинический осмотр, опросник Oxford Ankle Foot Questionnaire Children (OAFQ-C) для субъективной оценки пациентом его стопы после выполнения операции и выявления жалоб на нарушение опороспособности [26, 27], рентгенологическое исследование. Отдаленный период наблюдения составлял от 1 до 8 лет после операции (49 из 54 случаев заимствования фаланг пальцев стопы), в среднем — $3,04 \pm 1,20$ лет, до 3 лет — 18 случаев, от 3 до 6 лет — 28, от 6 лет и более — 3 случая.

Двенадцати пациентам в возрасте 3 лет и старше со сроком перенесенной операции не менее 6 мес. перед обследованием были проведены инструментальные исследования [28]:

– компьютерные плантография и подометрия методом трехкоординатного оптического планшетного сканирования стоп на программно-аппаратном комплексе (ПАК) «Скан» (регистрационное удостоверение № ФСР 2010/07441 от 22.04.2010) с расчетом параметров, отражающих форму стопы;

– для оценки статодинамической функции стопы — бародинамоплантография на ПАК с матричными измерителями давления под стопами в форме стелек ПАК «ДиаСлед» (регистрационное удостоверение № ФСР 2009/06416 от 26.02.2010).

Среди 12 пациентов 4 ребенка перенесли ранее пересадку фаланг обеих стоп. Одному пациенту трансплантировали основные фаланги IV пальцев; двум — средние фаланги IV пальцев; одному — основную фалангу IV пальца левой стопы и среднюю фалангу IV пальца правой стопы; одной пациентке выполнили аутотрансплантацию средней фаланги II пальца правой стопы; трем — основной фаланги IV пальца стопы; семи — средней фаланги IV пальца стопы. При этом одной пациентке плантографию и подометрию проводили дважды: первый раз — через 1 год после пересадки средней фаланги IV пальца правой стопы, повторно — через 2 года после обследования и через 1 год после пересадки средней фаланги IV пальца левой стопы.

Методом бародинамоплантографии с использованием ПАК «ДиаСлед» в статике (стоя) и при ходьбе в стандартной обуви проводили исследование влияния аутотрансплантации некрвоснабжаемых фаланг пальцев стопы на статодинамическую функцию стопы. С учетом имевшегося в нашем распоряжении типоразмерного ряда измерительных сенсоров в виде стелек с датчиками давления были проведены обследования пациентов с размером стопы не менее 190 мм. В связи с этим число обследованных на комплексе «ДиаСлед» составило 7 пациентов из группы 12 детей, которым была выполнена планто-

дометрия. Измерительные сенсоры вкладывали в обувь для обследования, минимально влияющую на функции стопы.

Статистический анализ

Описательные статистики количественных показателей рассчитывались с использованием системы IBM SPSS Statistics 23.0 по всему традиционному набору характеристик: среднее значение, разброс данных (стандартное отклонение), минимум, максимум, медиана и квартили, а также коэффициенты вариации исследуемых признаков по группе пациентов, обследованных биомеханическими методами.

РЕЗУЛЬТАТЫ

При осмотре внешнего вида стоп у 40 оперированных пациентов произведено распределение на 4 группы по степени укорочения донорских пальцев в сопоставлении с контралатеральной стопой (рис. 1). У 78% детей с отсутствием укорочения донорских пальцев либо незначительным укорочением заимствовали среднюю фалангу II или IV пальца стопы. В группе пациентов с умеренным укорочением донорского пальца стопы (8 детей)

у одного ребенка выполнили пересадку средней фаланги II пальца стопы, у остальных — проксимальных фаланг II (1 человек) или IV пальцев стопы (6 пациентов). Всем 11 детям с выраженным укорочением пальца стопы (более чем на одну ногтевую пластинку) ранее заимствовали основную фалангу IV пальца стопы.

Распределение 49 случаев по степени укорочения донорских пальцев стопы после заимствования некророснабжаемых фаланг для трансплантации на кисть следующее: отсутствие укорочения — 12 (24,5%); минимальное укорочение — 18 (36,7%); умеренное — 8 (16,3%); выраженное — 11 (22,5%) пациентов.

Оценка по опроснику

Несмотря на отмечаемое укорочение пальцев стопы, никто из пациентов и их родителей не выразил сожаления из-за выполненной операции и не отметил видимых изменений походки после проведенного лечения. В ходе анкетирования по опроснику The Oxford Ankle Foot Questionnaire родители 4 детей (одного мальчика 1 года и трех девочек 6–10 лет) отметили, что их немного смущает внешний вид стопы.



Рис. 1. Условное разделение стоп на группы при оценке степени укорочения донорских пальцев после извлечения некророснабжаемых фаланг для трансплантации на кисть (стрелкой обозначены оперированные пальцы): а — отсутствие укорочения; б — минимальное укорочение — до 1/2 ногтевой пластинки; с — умеренное укорочение — от 1/2 до 1 ногтевой пластинки; д — выраженное укорочение — более чем на ногтевую пластинку

Fig. 1. Conditional division of feet into groups when assessing the degree of shortening of donor fingers after toe phalanx transfer to the hand (the arrow indicates the operated fingers): а — minimal shortening — up to 1/2 nail plate; б — moderate shortening — from 1/2 to 1 nail plate; с — moderate shortening — from 1/2 to 1 nail plate; д — pronounced shortening — more than a nail plate

Планта-подометрическое исследование

Для оценки формы стопы у 12 детей методом планто-подометрического исследования на основании графико-расчетного анализа плантограммы (отпечатка плантарной поверхности, отражающего включение зон стопы в восприятие статической нагрузки, а также признаки локальных перегрузок

плантарной поверхности) и подометрических изображений в проекции на три ортогональные плоскости оценивали следующие параметры, характеризующие форму стопы (рис. 2):

1) угол Шопарова сустава (α_1) — характеризует боковое отклонение среднего отдела стопы: образован двумя лучами, исходящими из точки,

расположенной на наружном контуре изображения стопы снизу на уровне 0,36 длины стопы от пятки (что соответствует уровню пяточно-кубовидного сустава), один из которых направлен вперед и проходит через наиболее латерально выступающую точку контура стопы в пучковой области, а другой направлен назад и проходит через наиболее выступающую точку контура стопы в области пятки;

2) *угол отклонения I пальца стопы* (α_2) — характеризует наличие и степень выраженности *hallux valgus*; представляет собой угол между касательной к контуру основной части стопы с медиальной стороны и касательной к контуру пальца с этой же стороны;

3) *коэффициент переднего отдела стопы* (k_1) характеризует положение переднего отдела стопы (приведение или отведение) относительно заднего; рассчитывается как отношение ширины медиальной части линии пучков к ширине латеральной части этой линии;

4) *коэффициент расплывчатости переднего отдела стопы* (k_2) характеризует степень расплывчатости переднего отдела стопы; рассчитывается как отношение ширины стопы на уровне пучков к длине стопы;

5) *высота бугристости ладьевидной кости* (G') характеризует высоту внутреннего продольного свода, но выраженность дуги свода отражает лишь косвенно, так как зависит и от длины стопы, коррелирующей с возрастом пациента; определяется как расстояние от плоскости опоры до нижнего края бугристости ладьевидной кости;

6) *подометрический индекс* (p) характеризует выраженность дуги внутреннего продольного свода стопы; рассчитывается как отношение высоты бугристости ладьевидной кости к длине стопы;

7) *угол вальгусного или варусного отклонения пяточного отдела стопы* (β) характеризует положение заднего отдела стопы во фронтальной плоскости; рассчитывается угол между вертикалью и срединной линией пяточного отдела, соединяющей середину ахиллова сухожилия и середину опорной поверхности пятки.

Подробнее определение этих параметров на ПАК «Скан» представлено в методическом пособии [28].

Для каждого из этих параметров рассчитывали коэффициент межконечностной асимметрии формы стопы, соотнося значение параметра, полученное при измерении одной стопы, со значением контралатеральной стопы (всегда меньшее значение делили на большее для более показательного сравнения результатов, полученных при обследовании разных пациентов) (табл. 3).

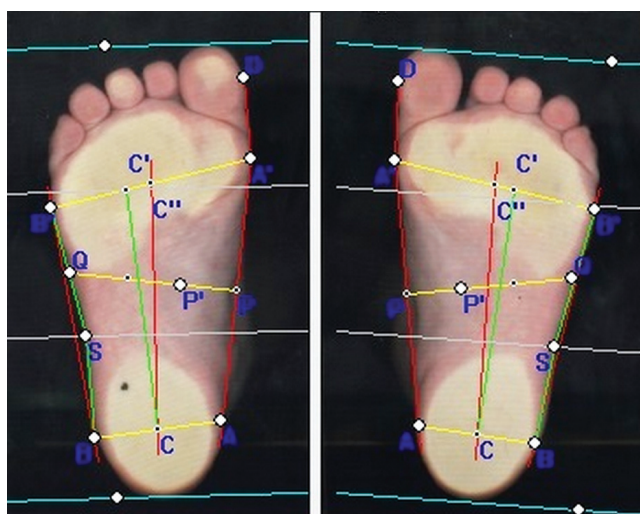


Рис. 2. Плантаграмма, совмещенная с подометрическим изображением стоп снизу, пациента в возрасте 5 лет через 3,5 года после извлечения средней фаланги IV пальца правой стопы и через год после аналогичного вмешательства на левой стопе — признаков межконечностной асимметрии формы стоп не выявлено

Fig. 2. A plantogram combined with a podometric image of the feet from below, of patient at the age of 5, 3.5 years after the middle phalanx of the IV finger of the right foot transfer and 1 year after a similar surgery on the left foot: no signs of the feet shape asymmetry were revealed

Таблица 3

Описательная статистика оценки межконечностной асимметрии формы стоп в группе оперированных пациентов, n = 12

Статистический параметр	Коэффициент межконечностной асимметрии планто-подометрических параметров						
	$K_{\alpha 1}$	$K_{\alpha 2}$	K_{k1}	K_{k2}	$K_{G'}$	K_p	K_{β}
Среднее значение (\bar{M})	0,99	0,55	0,79	0,98	0,85	0,84	0,68
Стандартное отклонение (m)	0,02	0,35	0,21	0,02	0,14	0,14	0,19
Медиана (Me)	0,99	0,53	0,90	0,98	0,88	0,88	0,71
Коэффициент вариации (Cv), %	1,6	64,5	27,1	1,8	16,1	16,3	28,0

Значимая асимметрия плантографических и подометрических параметров донорской и контралатеральной стоп по группе пациентов выявлена только для двух параметров: угла отклонения I пальца стопы (α_2) и угла фронтального отклонения пяточного отдела стопы (β). Такая асимметрия этих параметров в группе ($M(K_{\alpha_2}) = 0,55$; $M(K_{\beta}) = 0,68$) сопровождается их выраженной вариабельностью ($Cv(K_{\alpha_2}) = 64,5\%$; $Cv(K_{\beta}) = 28,0\%$). В одном из случаев особо выраженная асимметрия угла отклонения I пальца донорской и неоперированной стопы объяснялась наличием у пациентки врожденной синдактилии I–II лучей донорской стопы. Для уточнения, связана ли выявленная в среднем по группе асимметрия формы стопы с проведенной ранее операцией, было принято решение оценить данные пациентов не только по статистическим параметрам группы, но и индивидуально (табл. 4).

Особое внимание мы уделяли случаям, когда наблюдался выход значений параметра оперированной стопы за пределы нормы одновременно с наличием его асимметрии при сравнении с контралатеральной стопой, что могло указывать на патологическое изменение параметра как следствие оперативного вмешательства.

При анализе результатов угла отклонения I пальца стопы обращают на себя внимание данные

пациентов № 4–7. У пациентов № 4 и 6 вальгусное отклонение I пальца отмечалось на оперированной стопе; у ребенка № 5 обе стопы были донорские, а отклонение только на одной (до 12°). В случае № 7 I палец отклонен не на вальгус, а на варус (до 4°). Также в группе оказался пациент № 9, у которого имелось вальгусное отклонение I пальца стопы до 16° не на донорской, а на контралатеральной стопе. Однако мы не расцениваем этот факт как негативное влияние оперативного вмешательства на форму стопы, поскольку отклонение от нормы для этих пациентов было выявлено как на донорских, так и на контралатеральных конечностях.

Анализ параметров отклонения пяточного отдела стопы показал, что у большинства пациентов результаты находились в пределах референсных значений, а в некоторых случаях превышали норму незначительно.

Планта-подометрическое исследование оперированной и контралатеральной стоп не выявило изменений остальных показателей (угла Шопарова сустава, высоты свода, коэффициентов переднего отдела стопы и его расплывчатости, подометрического индекса), которые можно было бы связать непосредственно с пересадкой некророснабжаемой фаланги пальца стопы.

Таблица 4

Результаты планто-подометрического обследования пациентов

№	Донорская стопа		Возраст, лет	α_1 , град.			α_2 , град.			k_1			k_2			G', мм			p, %			β , град.		
	Л	П		Л	П	Кс	Л	П	Кс	Л	П	Кс	Л	П	Кс	Л	П	Кс	Л	П	Кс	Л	П	Кс
1		+	4	176	168	0,95	-2	-2	1,00	1,65	1,00	0,61	0,42	0,41	0,97	Не удалось измерить						4	3	0,75
2		+	4	170	163	0,96	9	9	1,00	0,59	0,67	0,89	0,43	0,42	0,96	19	19	1,00	11,31	11,52	0,98	4	5	0,80
3	+	+	5	171	173	0,99	11	10	0,91	1,63	1,47	0,90	0,45	0,46	0,98	23	22	0,96	12,04	11,46	0,95	11	11	1,00
4		+	5	169	171	0,99	7	14	0,50	1,22	1,23	0,99	0,41	0,39	0,95	36	22	0,61	21,3	12,72	0,6	7	8	0,88
5	+	+	5	170	171	0,99	12	9	0,75	0,79	0,87	0,91	0,45	0,43	0,97	26	18	0,69	14,77	10,17	0,69	3	2	0,67
6	+		6	172	171	0,99	11	2	0,18	0,76	0,77	0,98	0,42	0,41	0,98	49	45	0,92	24,26	22,39	0,92	5	4	0,80
7	+		7	169	169	1,00	-4	1	0,25	1,11	1,05	0,95	0,39	0,41	0,97	25	26	0,96	12,69	13,27	0,96	2	5	0,40
8	+	+	7	170	168	0,99	1	9	0,11	0,92	1,00	0,92	0,36	0,36	1,00	38	28	0,74	18,27	13,27	0,73	5	4	0,80
9	+		9	170	170	1,00	9	16	0,56	1,08	0,95	0,89	0,42	0,42	1,00	38	33	0,87	18,54	15,79	0,85	5	2	0,40
10	+	+	9	176	173	0,98	-2	-1	0,50	0,7	1,33	0,52	0,4	0,4	1,00	8	7	0,88	3,09	2,71	0,88	5	3	0,60
11		+	10	173	173	1,00	9	11	0,82	0,5	1,13	0,44	0,38	0,38	1,00	37	38	0,97	16,59	17,04	0,97	2	1	0,50
12	+		13	171	171	1,00	2	0	0,00	0,38	0,84	0,46	0,4	0,41	0,99	27	19	0,70	11,64	7,98	0,69	7	4	0,57

Л — левая стопа, П — правая; Кс — коэффициент симметрии; жирным шрифтом выделены значения параметров оперированной стопы, выходящие за пределы нормы при наличии также значительной асимметрии параметра при сравнении обеих стоп.

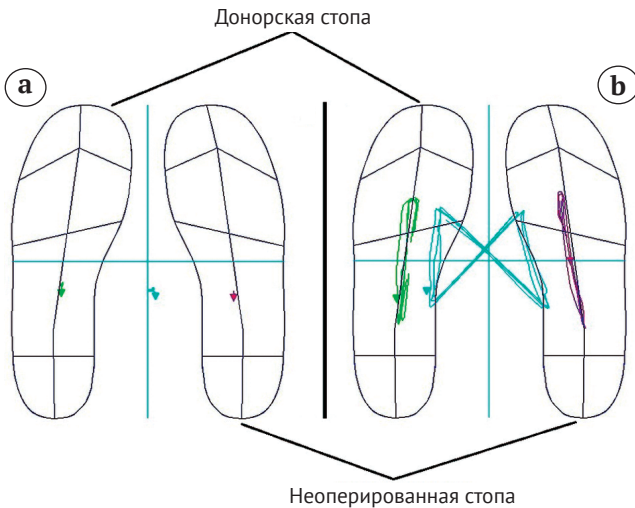


Рис. 3. Распределение нагрузки в опорном контуре стоп пациентки 9 лет через 3 года после извлечения средней фаланги IV пальца левой стопы: а — положение центров давления в статике; б — миграция траектории центра давления при ходьбе

Fig. 3. Load distribution in the supporting contour of the feet of patient B. at the age of 9 years, 3 years after the the middle phalanx of the IV finger of the left foot transfer: а — the position of the pressure centers in static; б — migration of the trajectory of the pressure center when walking

Бародинамоплантография

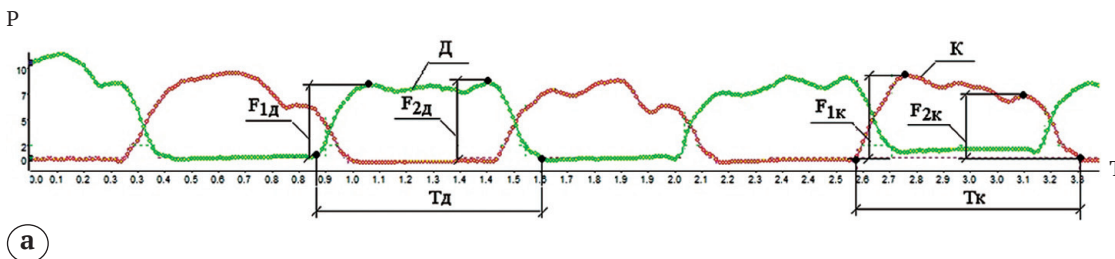
При обследовании анализировали положение и миграцию траектории центра давления под стопами (рис. 3).

Оценка в статике была направлена на выявление смещения общего центра нагрузки во фронтальной плоскости, которое характеризует опорную функцию нижней конечности. При этом нами не было выявлено опоропредпочтение здоровой конечности, которое косвенно указывало бы на снижение статической опороспособности донорской стопы.

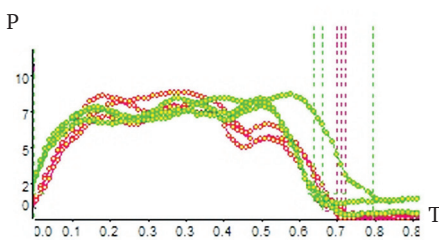
Исследование ходьбы пациентов включало в себя также измерение и анализ асимметрии продолжительности переката через донорскую стопу — T_d и контралатеральную — T_k , сил переднего толчка — $F_{1д}$ и $F_{1к}$, заднего толчка — $F_{2д}$ и $F_{2к}$ (рис. 4).

Для каждого из биомеханических параметров оценивали межконечностную асимметрию, соотнося значение параметра, полученное для донорской стопы, к значению другой — контралатеральной.

Учитывая небольшую группу обследованных пациентов, результаты бародинамоплантографии представлены индивидуально (табл. 5).



а



б

Рис. 4. Измерение нагрузки на стопы при ходьбе пациентки 9 лет через 3 года после извлечения средней фаланги 4-го пальца левой стопы:

а — в режиме просмотра последовательного отображения графиков интегральной нагрузки на стопы во времени по шагам; б — в режиме транспозиции (наложением друг на друга) графиков интегральной нагрузки по шагам.

Обозначения: T — продолжительность переката через стопу, сек.; F_1 — сила переднего толчка; F_2 — заднего; Д — донорская стопа; К — контралатеральная; P — давление под стопами, у.е.

Fig. 4. Measurement of the load on the feet when walking patient at the age of 9 years, 3 years after the middle phalanx of the 4th toe of the left foot transfer:

а — in the mode of viewing the sequential display of graphs of the integral load on the feet in time by steps; б — in the mode of transposition (overlapping) graphs of the integral loads in steps.

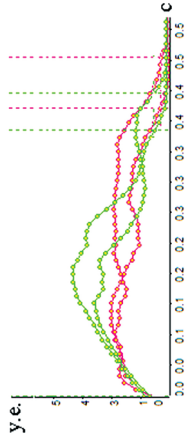
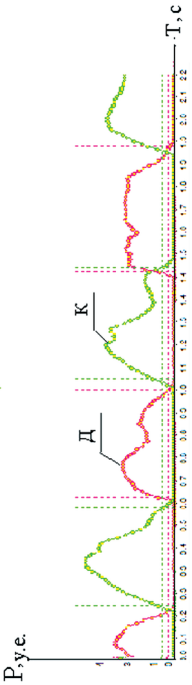
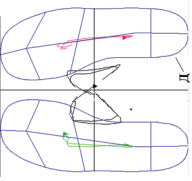
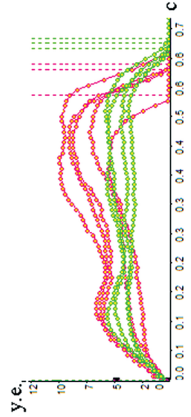
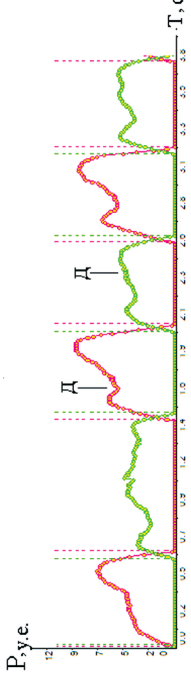
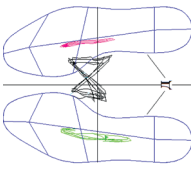
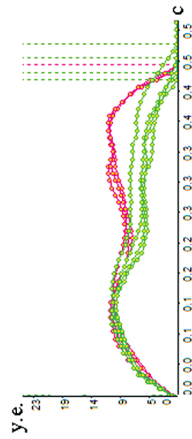
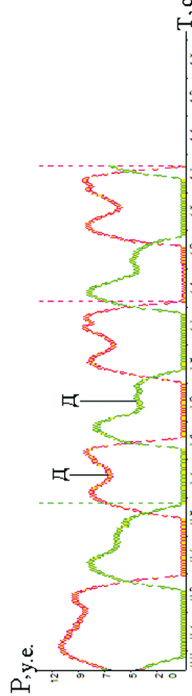
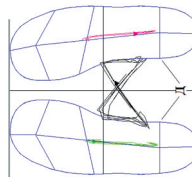
Designations: T — duration of rolling over the foot, sec; F_1 — force of anterior thrust; F_2 — posterior; Д — donor foot; К — contralateral foot; P — pressure under the feet, conventional units

Таблица 5

Результаты бародинамоплантографического обследования 7 пациентов в возрасте от 6 до 13 лет

№	Возраст на момент обследования	Срок после операции	Графики интегральной нагрузки в режиме суперпозиции по шагам	Изменение суммарной нагрузки на стопы при ходьбе	Миграция траектории центра давления
1	13 лет	2 года			
2	9 лет	3 года			
3	6 лет	4 года			
4	7 лет	7,5 лет			

Продолжение таблицы 5

№	Возраст на момент обследования	Срок после операции	Графики интегральной нагрузки в режиме суперпозиции по шагам	Изменение суммарной нагрузки на стопы при ходьбе	Миграция траектории центра давления
5	10 лет	9 лет			
6	9 лет	1 год — на левой стопе, 6 мес. — на правой			
7	7 лет	3 года — на правой стопе, 2 года — на левой			

Д — донорская стопа; К — контралатеральная стопа; Р — давление под стопами; у.е. — условные единицы; Т — период; с — секунды.

У 5 детей из 7 обследованных одна стопа была донорской, другая — здоровой, что позволяло сравнить их между собой для выявления изменения биомеханических характеристик оперированной стопы. У 2 (№ 1 и № 3) из этих 5 пациентов было выявлено снижение сил переднего и заднего толчков в перекате (F1 и F2) и продолжительности переката (T) донорской стопы по сравнению с контралатеральной, у одного пациента (№ 2) наблюдалась обратная картина. При этом существенного снижения участия переднего отдела донорской стопы не наблюдалась (не было выявлено уменьшения длины траектории центра давления в зоне переднего отдела стопы), как и зональной либо локальной перегрузки переднего отдела оперированной или контралатеральной стопы.

ОБСУЖДЕНИЕ

Хотя аутотрансплантация некрвоснабжаемых фаланг пальцев стопы способствует улучшению внешнего вида и функции кисти за счет восстановления анатомии пальца кисти путем внедрения в дефект фаланги пальца стопы, по мнению ряда авторов, она оказывает негативное влияние на внешний вид донорских стоп, ухудшает качество жизни из-за затруднений с подбором и ношением обуви, а также вызывает эмоциональные проблемы [17, 25]. При этом не выявлено изменений походки, связанных с заимствованием фаланг пальцев стопы [16, 22].

Интересно клинико-рентгенологическое исследование L. Garagnani с соавторами, направленное на изучение изменений донорских участков у 40 пациентов с недоразвитиями пальцев кисти после 136 трансплантаций фаланг пальцев стоп с восстановлением сухожилия разгибателя после заимствования фаланги, выполненное с 1991 по 2007 г. Использовали опросник The Oxford Ankle-Foot Questionnaire, отражающий степень удовлетворенности пациентов и их родителей, и рентгенологическое исследование. Пациенты сообщали о склонности скрывать свои стопы, более 80% пациентов и их законных представителей сообщили о некоторой степени эмоциональных проблем, связанных с их стопами, более 60% пациентов отмечали проблемы с подбором и ношением обуви. С клинической точки зрения, укорочение донорских пальцев стоп носило индивидуальный характер, а в 76–100% случаев наблюдалась избыточная подвижность, поэтому усиление клинической деформации донорских стоп при заборе нескольких фаланг из одной стопы не было удивительным. Рентгенологическое исследование также выявило гипоплазию окружающих костных структур, включая дистальную фалангу, среднюю фалангу и плюсневую кость. Одному пациенту была проведена ампутация IV пальцев обеих стоп в связи с их не-

стабильностью и с целью улучшения внешнего вида стоп [25].

Для профилактики укорочения и деформации донорского пальца стопы применяли костную аутопластику сформировавшегося дефекта [10, 15, 16, 17], сшивание друг с другом сухожилий сгибателя и разгибателя пальца стопы [14] либо фиксировали палец стопы на 4–5 нед. с сохранением диастаза [14, 17]. При этом, по мнению авторов, при костной аутопластике стопа страдает меньше всего, однако имеется риск лизиса трансплантата, также нет подвижности в пальце стопы [16, 17].

F. Unglaub с соавторами наблюдали случаи линейного укорочения донорских пальцев стоп у оперированных ранее пациентов, однако этот факт существенно не отразился на походке [22].

Руководствуясь полученными данными мировой литературы, мы также выполнили исследование состояния донорских стоп пациентов в отдаленном периоде после операции с заимствованием некрвоснабжаемых фаланг.

Хотя наше клинико-рентгенологическое исследование подтверждает сведения авторов о линейном укорочении донорских пальцев стоп (более значимое обнаружено у тех детей, у которых заимствовали проксимальную фалангу), опрос пациентов и их законных представителей с использованием анкетирования The Oxford Ankle-Foot Questionnaire не выявил жалоб на нарушение опоры и ходьбы, болевые ощущения, ограничения в ношении обуви и наличие эмоциональных проблем из-за внешнего вида пальцев стопы. Наше исследование было дополнено инструментальной биомеханической оценкой донорских и контралатеральных стоп — значимого изменения их формы и статодинамической функции в отдаленном периоде после заимствования фаланг пальцев стопы для аутотрансплантации на кисть не выявлено.

Ограничения исследования

Определенным ограничением в интерпретации результатов биомеханического исследования стоп наших пациентов является относительно небольшая их выборка. Этот факт, а также низкая публикационная активность (в мировой литературе найдены всего 4 статьи по данному вопросу) обуславливают актуальность дальнейшего изучения данного вопроса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты компьютерной плантографии и подометрии не показали статистически значимых признаков влияния пересадки некрвоснабжаемых фаланг пальцев стопы на патологическое изменение дуги продольного свода, приведения/отведения среднего или переднего отделов, распластанности переднего отдела, вальгусного/

варусного отклонения заднего отдела оперированной стопы. Также и по результатам бародинамоплантографического обследования не выявлено существенного изменения статодинамической функции оперированной стопы в отдаленном периоде после заимствования фаланг пальцев для пересадки на кисть.

Метод аутотрансплантации некровоснабжаемых фаланг пальцев стопы может быть использован для реконструкции пальцев кисти без

опасения появления выраженных нарушений статодинамической функции донорских зон. Тем не менее небольшой объем доступной для обследования выборки данных вследствие редкой частоты случаев патологии и ее оперативного лечения исследованным способом обуславливает целесообразность дальнейшего наблюдения за состоянием стоп у большего числа пациентов и в более отдаленные периоды после оперативного вмешательства.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Заявленный вклад авторов

Матвеев П.А. — концепция и дизайн исследования, написание обзора литературы, сбор и обработка материала, статистическая обработка результатов, написание текста статьи, этапное и заключительное редактирование.

Шведовченко И.В. — сбор и обработка материала, написание текста статьи, этапное и заключительное редактирование.

Смирнова Л.М. — концепция и дизайн исследования, обработка материала, написание текста статьи, этапное и заключительное редактирование.

Кольцов А.А. — сбор и обработка материала, написание текста статьи, этапное и заключительное редактирование.

Все авторы прочли и одобрили финальную версию рукописи статьи. Все авторы согласны нести ответственность за все аспекты работы, чтобы обеспечить надлежащее рассмотрение и решение всех возможных вопросов, связанных с корректностью и надежностью любой части работы.

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

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

Этическая экспертиза. Исследование было одобрено этическим комитетом ФГБУ «ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта» Минтруда России (протокол № 1 от 02.06.2022) и проводилось в соответствии с этическими стандартами, изложенными в Хельсинкской декларации.

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

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Tonkin M.A. Classification of congenital anomalies of the hand and upper limb. *J Hand Surg Eur Vol.* 2017;42(5):448-456. doi: 10.1177/1753193417690965.
2. Kotkansalo T., Vilkkii S., Elo P. Long-term results of finger reconstruction with microvascular toe transfers after trauma. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2011;64(10):1291-1299. doi: 10.1016/j.jbjs.2011.04.036.

DISCLAIMERS

Author contribution

Matveev P.A. — research conception and design, literature review, the collection and processing of data, data statistical processing, text writing and editing.

Shvedovchenko I.V. — the collection and processing of material, text writing and editing.

Smirnova L.M. — research conception and design, processing of data, text writing and editing.

Koltsov A.A. — the collection and processing of data, text writing and editing.

All authors have read and approved the final version of the manuscript of the article. All authors agree to bear responsibility for all aspects of the study to ensure proper consideration and resolution of all possible issues related to the correctness and reliability of any part of the work.

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

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

Ethics approval. The study was approved by the local ethics committee of Federal Scientific Center of Rehabilitation of the Disabled named after G.A. Albrecht, protocol No 1, 02.06.2022.

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

3. Hülsbergen-Krüger S., Preisser P., Partecke B.D. Ilizarov distraction-lengthening in congenital anomalies of the upper limb. *J Hand Surg Br.* 1998;23(2):192-195. doi: 10.1016/s0266-7681(98)80173-3.
4. Pensler J.M., Carroll N.C., Cheng L.F. Distraction osteogenesis in the hand. *J Plast Reconstr Surg.* 1998;102(1):92-95. doi: 10.1097/00006534-199807000-00014.

5. Seitz W.H., Shimko P., Patterson R.W. Long-term results of callus distraction-lengthening in the hand and upper extremity for traumatic and congenital skeletal deficiencies. *J Bone Joint Surg Am.* 2010;92(Suppl 2): 47-58. doi: 10.2106/jbjs.j.01106.
6. Lu J., Zhang Y., Jiang J., Xu L., Chim H. Distraction Lengthening Following Vascularized Second Toe Transfer for Isolated Middle Finger Reconstruction. *J Hand Surg Am.* 2017;42(1):e33-e39. doi: 10.1016/j.jhssa.2016.11.008.
7. Matev I.B. Thumb reconstruction after amputation at the metacarpophalangeal joint by bone lengthening. *J Bone Joint Surg.* 1970;52-A(5):957-965. Available from: https://jbjs.org/reader.php?rsuite_id=375423&native=1&source=The_Journal_of_Bone_and_Joint_Surgery/52/5/957/abstract&topics=bs%2Bhw%2Bpd%2Bta#info.
8. Круглов А.В., Шведовченко И.В. Оценка результатов функционального протезирования детей с врожденными дефектами кисти и пальцев. *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста.* 2019;7(2):33-40. doi: 10.17816/PTORS7233-40.
Kruglov A.V., Shvedovchenko I.V. [Evaluation of the results of functional prosthetics in children with congenital defects of the hand and fingers]. [Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery]. 2019;7(2):33-40. (In Russian). doi: 10.17816/PTORS7233-40.
9. Wolff H. Auswechselung von Finger und Zehenknochen: Beitrag zur Autoplastik. *Münchener Med. Wochenschr.* 1911:578.
10. Goebel W. Ersatz von Fingergelenken durch Zehengelenke. *Münchener Med Wochenschr.* 1913:1598-1599.
11. Entin M.A. Reconstruction of congenital abnormalities of the upper extremities. *J Bone Joint Surg Am.* 1959; 41-A(4):681-701.
12. Carroll R.E., Green D.P. Reconstruction of the Hypoplastic Digits Using Toe Phalanges. Proceedings of the American Society for Surgery of the Hand. *J Bone Joint Surg Am.* 1975;57-A(5):727. doi: 10.2106/00004623-197557050-00038.
13. Goldberg N.H., Kirk-Watson H. Composite toe (phalanx and epiphysis) transfers in the reconstruction of the aphyalangic hand. *J Hand Surg Am.* 1982;7(5):454-549. doi: 10.1016/s0363-5023(82)80039-7.
14. Buck-Gramcko D., Pereira J.A. Proximal toe phalanx transplantation for bony stabilization and lengthening of partially aplastic digits. *J Ann Chir Main Memb Super.* 1990;9(2):107-118. doi: 10.1016/s0753-9053(05)80487-9.
15. Buck-Gramcko D. The role of nonvascularized toe phalanx transplantation. *Hand Clin.* 1990;6(4):643-659. doi: 10.1016/s0749-0712(21)01061-1.
16. Radocha R.F., Netscher D., Kleinert H.E. Toe phalangeal grafts in congenital hand anomalies. *J Hand Surg Am.* 1993;18(5):833-841. doi: 10.1016/0363-5023(93)90050-D.
17. Bourke G., Kay S.P. Free phalangeal transfer: donor-site outcome. *Br J Plast Surg.* 2002;55(4):307-311. doi: 10.1054/bjps.2002.3836.
18. Cavallo A.V., Smith P.J., Morley S. Non-vascularized free toe phalanx transfers in congenital hand deformities – the Great Ormond Street experience. *J Hand Surg Br.* 2003;28(6):520-527. doi: 10.1016/s0266-7681(03)00084-6.
19. Ozkan T., Kuvat S.V., Aydin A., Biçer A. [Nonvascular phalangeal transfer from toes to hand in congenital aphyalangia]. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2007;41(1): 36-41. (In Turkish).
20. Tonkin M.A., Deva A.K., Filan S.L. Long term follow-up of composite non-vascularized toe phalanx transfers for aphyalangia. *J Hand Surg Br.* 2005;30(5):452-458. doi: 10.1016/j.jhsb.2005.06.001.
21. Gohla T., Metz Ch., Lanz U. Non-vascularized free toe phalanx transplantation in the treatment of symbrachydactyly and constriction ring syndrome. *J Hand Surg Br.* 2005;30(5):446-451. doi: 10.1016/j.jhsb.2005.06.003.
22. Unglaub F., Lanz U., Hahn P. Outcome analysis, including patient and parental satisfaction, regarding nonvascularized free toe phalanx transfer in congenital hand deformities. *Ann Plast Surg.* 2006;56(1):87-92. doi: 10.1097/01.sap.0000188109.65963.42.
23. Naran S., Imbriglia J.E. Case Report: 35-Year Follow-up for Nonvascularized Toe Phalangeal Transfer for Multiple Digit Symbrachydactyly. *Hand (N Y).* 2016;11(4):NP38-NP40. doi: 10.1177/1558944716658748.
24. Kawabata H., Tamura D. 5- and 10-Year Follow-Up of Nonvascularized Toe Phalanx Transfers. *J Hand Surg Am.* 2018;43(5):485.e1-485.e5. doi: 10.1016/j.jhssa.2017.10.034.
25. Garagnani L., Gibson M., Smith P.J., Smith G.D. Long-term donor site morbidity after free nonvascularized toe phalangeal transfer. *J Hand Surg Am.* 2012;37(4):764-774. doi: 10.1016/j.jhssa.2011.12.010.
26. Morris C., Liabo K., Wright P., Fitzpatrick R. Development of the Oxford ankle foot questionnaire: finding out how children are affected by foot and ankle problems. *Child Care Health Dev.* 2007;33(5):559-568. doi: 10.1111/j.1365-2214.2007.00770.x.
27. Кенис В.М., Димитриева А.Ю., Супонева Н.А., Пирадов М.А., Юсупова Д.Г., Зимин А.А. и др. Оксфордский опросник оценки состояния стопы у детей (Oxford Ankle Foot Questionnaire): лингвокультурная адаптация в России. *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста.* 2021;9(2):135-142. doi: 10.17816/PTORS64382.
Kenis V.M., Dimitrieva A.J., Suponeva N.A., Piradov M.A., Yusupova D.G., Zimin A.A. et al. [Oxford ankle foot questionnaire: Localization in Russia]. [Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery]. 2021;9(2):135-142. (In Russian). doi: 10.17816/PTORS64382.
28. Смирнова Л.М., Аржанникова Е.Е., Карапетян С.В., Гаевская О.Э. Методика использования комплексов серии «Скан» при диагностике состояния стопы и назначении ортопедических стелек: метод. пособие. СПб.: ЦИАЦАН; 2015. 64 с.
Smirnova L.M., Arzhannikova E.E., Karapetyan S.V., Gaevskaya O.E. [The method of using complexes of the «Scan» series in diagnosing the condition of the foot and prescribing orthopedic insoles: method. allowance. St. Petersburg: CIACAN; 2015. 64 p. (In Russian).

Сведения об авторах

✉ *Матвеев Павел Андреевич*

Адрес: Россия, 195067, г. Санкт-Петербург,
ул. Бестужевская, д. 50
<https://orcid.org/0000-0002-0455-740X>
e-mail: p-matveyev@narod.ru

Шведовченко Игорь Владимирович — д-р мед. наук,
профессор
<https://orcid.org/0000-0003-4618-328X>
e-mail: schwed.i@mail.ru

Смирнова Людмила Михайловна — д-р техн. наук
<https://orcid.org/0000-0003-4373-9342>
e-mail: info@diaserv.ru

Кольцов Андрей Анатольевич — канд. мед. наук
<https://orcid.org/0000-0002-0862-8826>
e-mail: katandr2007@yandex.ru

Authors' information

✉ *Pavel A. Matveev*

Address: 50, Bestuzhevskaya str., St. Petersburg, 195067,
Russia
<https://orcid.org/0000-0002-0455-740X>
e-mail: p-matveyev@narod.ru

Igor V. Shvedovchenko — Dr. Sci. (Med.), Professor
<https://orcid.org/0000-0003-4618-328X>
e-mail: schwed.i@mail.ru

Lyudmila M. Smirnova — Dr. Sci. (Tech.)
<https://orcid.org/0000-0003-4373-9342>
e-mail: info@diaserv.ru

Andrey A. Koltsov — Cand. Sci. (Med.)
<https://orcid.org/0000-0002-0862-8826>
e-mail: katandr2007@yandex.ru



Раскол керамического вкладыша эндопротеза тазобедренного сустава: клинический случай

Б.Р. Таштанов¹, А.А. Корыткин¹, В.В. Павлов¹, И.И. Шубняков²

¹ ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, г. Новосибирск, Россия

² ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

Актуальность. Раскол керамических компонентов является тяжелым осложнением первичного и ревизионного тотального эндопротезирования тазобедренного сустава, приводящим к многократным ревизионным операциям.

Описание клинического наблюдения. Представляем редкий клинический случай раскола керамического вкладыша. Через 15 мес. после проведения планового эндопротезирования левого тазобедренного сустава у пациента появились боли по передней поверхности в области оперированного сустава, сопровождающиеся скрипами, вследствие чего пациент обратился за медицинской помощью. По результатам консультации пациент был экстренно госпитализирован и прооперирован в отсроченном порядке в объеме ревизионного эндопротезирования. Рентгенологически отмечались варусное положение бедренного компонента, дислокация пары трения. По данным МСКТ выявлены раскол керамического вкладыша и дислокация фрагментов. Интраоперационно обнаружены мультифрагментарный раскол вкладыша, значительное повреждение головки. На дооперационной КТ была выявлена ретроверсия вертлужного компонента. Выполнены замена всех компонентов эндопротеза и трибологической пары на идентичную, тотальная синовэктомия, рана промыта и санирована.

Заключение. Представленный клинический случай демонстрирует опасность неправильного положения компонентов при использовании керамической пары трения. В приведенном наблюдении ретроверсия вертлужного компонента и варусное положение бедренного компонента привели к уменьшению площади контакта головки и вкладыша, что повлияло на раскол керамики. Описанное наблюдение подтверждает необходимость дальнейшего изучения керамической пары трения с целью профилактики раскола керамических компонентов, так как это приводит к тяжелым осложнениям и значительным экономическим затратам.

Ключевые слова: эндопротезирование тазобедренного сустава, керамическая пара трения, раскол керамического вкладыша, ретроверсия вертлужного компонента, ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава.

Таштанов Б.Р., Корыткин А.А., Павлов В.В., Шубняков И.И. Раскол керамического вкладыша эндопротеза тазобедренного сустава: клинический случай. *Травматология и ортопедия России*. 2022;28(3):63-73. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-1804>.

Таштанов Байкожо Рустамович; e-mail: b.tashtanov95@gmail.com

Рукопись получена: 07.07.2022. Рукопись одобрена: 22.08.2022. Статья опубликована: 12.09.2022.

© Таштанов Б.Р., Корыткин А.А., Павлов В.В., Шубняков И.И., 2022



Ceramic Liner Fracture in Total Hip Arthroplasty: A Case Report

Baikozho R. Tashtanov¹, Andrey A. Korytkin¹, Vitalii V. Pavlov¹,
Igor I. Shubnyakov²

¹ Tsivyan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics, Novosibirsk, Russia

² Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia

Background. Ceramic component fracture is a severe complication of primary and revision total hip arthroplasty, leading to multiple revision surgeries.

Case report. This report of rare clinical case of ceramic liner fracture. Fifteen months after a planned left hip replacement, the patient experienced anterior surface pain in the area of the operated joint accompanied by creaking, so the patient went for a consultation. Based on the results of the consultation, the patient was urgently hospitalized and underwent a delayed surgery for revision arthroplasty. Radiologically, there was varus position of the femoral component, dislocation of the bearings. MSCT showed ceramic liner fracture and fragment dislocation. Intraoperatively, the multifragmentary fracture of the liner, significant damage to the head, and retroversion of the acetabular component (retroversion was detected on the preoperative CT scan) were identified. All components of the endoprosthesis and tribologic bearings were replaced with identical ones, total synovectomy was performed, and the wound was cleaned and sanitized.

Conclusion. The presented case report demonstrates the danger of incorrect positioning of the components when using a ceramic bearings. In this case, retroversion of the acetabular component and varus position of the femoral component resulted in a reduced contact area between the head and the liner, which caused the ceramic to fracture. The described observation confirms the need for further in-depth study of the ceramic bearings in order to prevent ceramic component fracture, as it leads to severe complications and significant economic costs.

Keywords: total hip arthroplasty, ceramic bearings, ceramic liner fracture, acetabular component retroversion, revision hip arthroplasty.

Cite as: Tashtanov B.R., Korytkin A.A., Pavlov V.V., Shubnyakov I.I. [Ceramic Liner Fracture in Total Hip Arthroplasty: A Case Report]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2022;28(3):63-73. (In Russian). <https://doi.org/10.17816/2311-2905-1804>.

✉ Baikozho R. Tashtanov; e-mail: b.tashtanov95@gmail.com

Submitted: 07.07.2022. Accepted: 22.08.2022. Published: 12.09.2022.

© Tashtanov B.R., Korytkin A.A., Pavlov V.V., Shubnyakov I.I., 2022

ВВЕДЕНИЕ

Тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава (ТЭ ТБС) в наше время — одно из самых часто выполняемых оперативных вмешательств в ортопедии. Оно зарекомендовало себя как наиболее эффективный метод лечения при заключительных стадиях патологии ТБС. Одной из основных проблем ТЭ ТБС является выбор пары трения, поскольку именно выбранной парой трения определяется долгосрочная эффективность операции. На данный момент мы располагаем обширным выбором из таких пар трения, как металл-полиэтилен (Мет-Пэ), металл-металл (Мет-Мет), керамика-полиэтилен (Ке-Пэ), керамика-керамика (Ке-Ке) и керамизированный металл-полиэтилен (КерМет-Пэ). В связи с тем, что пары трения Мет-Пэ и Мет-Мет показывали в отдаленной перспективе не самые лучшие результаты, проявляясь остеолизом из-за присутствия продуктов трения, P. Boutin с соавторами в 1970 г. предложили пару трения Ке-Ке как альтернативу для уменьшения износа и их последствий [1]. Достоинствами керамики являются ее высокая устойчивость к износу и оптимальная биосовместимость, что определяет ее потенциальные преимущества в отдаленной перспективе при использовании у молодых и активных пациентов [2, 3]. Тем не менее данная пара легко подвергалась расколу по причине своей хрупкости, что требовало ее совершенствования [4, 5]. В данное время продолжается использование алюминиевой керамики третьего поколения (Forte), и отмечается значительно более частое использование четвертого поколения керамики из алюминий-циркониевого композита (Biolox Delta, CeramTec). Керамика третьего поколения в отдаленные сроки наблюдения показала хорошую выживаемость в 95–98%, но основной проблемой оставалась так же хрупкость компонентов: расколы составляли до 0,2% от всех случаев установленных протезов с керамикой [6]. В керамике Biolox Delta была существенно увеличена стойкость, и, по данным национальных регистров Англии, Южной Кореи и Норвегии, головка стала устойчивее к расколам, но показатели разрушения вкладыша остаются на том же уровне, составляя в среднем 0,2%, что составляет 1–2 случая на 1000 [7, 8, 9].

По данным НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена, в Российской Федерации в 2019 г. было выполнено более 88,5 тысяч первичных и ревизионных эндопротезирований ТБС, что составило 61,3 на 100 тыс. населения. При этом доля пары трения Ке-Ке в первичном эндопротезировании ТБС сравнительно невелика. Число случаев ее использования в период с 2008 по 2020 г. значительно колебалось, составляя в разные годы от 0,5 до 8,2%

от общего числа операций, но достигало 30% в возрастной группе до 30 лет [10].

В доступной отечественной литературе сообщений и описаний случаев раскола керамического вкладыша нет. Соотношение числа данных осложнений к выживаемости может показаться незначительным, но при некорректном подходе к лечению пациентов с расколом последствия могут быть катастрофическими. Зачастую раскол керамического вкладыша бывает бессимптомным и не связан с травмой или же проявляется лишь скрипом [11].

В данном сообщении мы описали редкий случай в нашей практике — раскол керамического вкладыша Biolox Delta.

Клиническое наблюдение

Пациент (46 лет, вес 115 кг, рост 184 см, ИМТ 34) поступил 04.02.2022 в консультативно-диагностическое отделение ННИТО им. Я.Л. Цивьяна с жалобами на шумы (хруст), болезненность и ограничение движений в области левого ТБС, беспокоящие на протяжении недели.

В январе 2020 г. пациент был оперирован по поводу автодорожной травмы, в результате которой он получил закрытый перелом проксимального метаэпифиза бедренной кости слева без смещения типа А1. Выполнен остеосинтез динамическим бедренным винтом DHS (Dynamic Hip Screw). В октябре 2020 г. в связи с развитием аваскулярного некроза головки левой бедренной кости было выполнено первичное ТЭ ТБС эндопротезом проксимальной фиксации с использованием керамической пары трения. Пациенту имплантированы следующие компоненты: бедренный компонент Zimmer ML Taper — 13,5; вертлужный компонент Zimmer Continuum — 60 мм; керамическая головка — 36 мм; керамический вкладыш — 60/36 мм.

27.01.2022 г. за неделю до обращения в консультативно-диагностическое отделение пациент оступился на левую нижнюю конечность, почувствовал хруст в области левого ТБС. Одновременно возникли кратковременные боли и ограничение движений в протезированном левом ТБС. За сутки, проведенные в покое, боли уменьшились. Но по мере активизации пациента в течение 4 сут. (с 29.01 по 01.02.2022 г.) симптоматика начала нарастать. К общей симптоматике добавились шумы (скрип) в тазобедренном суставе при движении, сопровождающиеся болью (со слов пациента, «хруст при движениях»). При углубленном сборе анамнеза выяснилось, что пациент замечал появление шумов вскоре после эндопротезирования левого ТБС до получения травмы, но к оперирующему хирургу не обращался.

При осмотре и пальпации паховой и ягодичной областей болезненности и отека не наблюдалось.

Пациент передвигался, прихрамывая на левую ногу, с помощью дополнительных средств опоры. Относительное укорочение — 1 см. Сгибание и разгибание — 0°; отведение — 20°; приведение — 0°; ротация внутрь — 0°; ротация наружу — 0°. Отмечалась болезненность при ротации, отведении и сгибании. Было принято решение следовать клиническому алгоритму, рекомендованному CeramTec по трактовке шумов [12].

При проведении последовательно лучевых методов исследования на обзорной рентгенограмме таза в переднезадней проекции выявлены удовлетворительная инклинация ацетабулярного компонента, варусное положение бедренного компонента 10°, нарушение контуров эндопротеза в нижней области ацетабулярного и шейки бедренного компонентов, что расценено как перелом керамических вкладыша или головки, составляющих пару трения. В области кортикала в верхней трети диафиза левой бедренной кости имелись признаки ранее установленной металлоконструкции DHS, визуализировались каналы от ранее проведенных кортикальных и динамического винтов после удаления в диафизарной и подвертельной областях (рис. 1, 2).

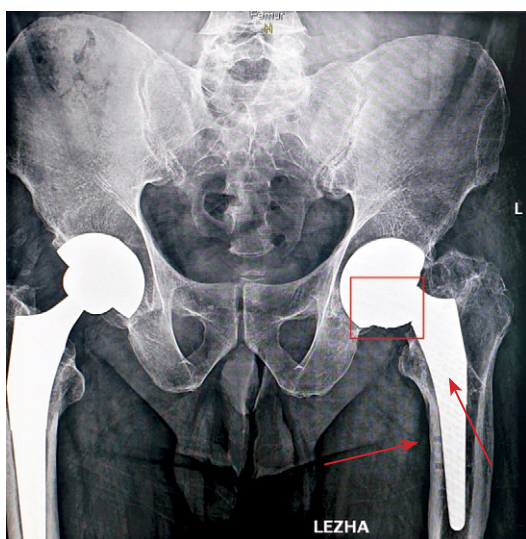


Рис. 1. Обзорная рентгенограмма таза в переднезадней проекции: справа — тазобедренный сустав, тотально замещенный бесцементным эндопротезом проксимальной фиксации (2019); слева — тазобедренный сустав, тотально замещенный бесцементным эндопротезом проксимальной фиксации; дислокация элементов пары трения (выделена красным квадратом). Стрелками указаны каналы после удаления винтов

Fig. 1. Overview X-ray of the hip joints: on the right — a total hip replacement with a cementless proximal fixation (2019); in the left — a total hip replacement with a cementless proximal fixation. Dislocation of the elements of the bearing (highlighted in red). The arrows indicate the canals after removal of the screws

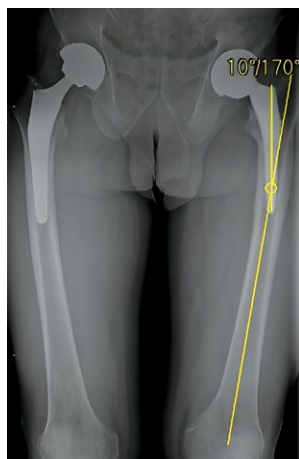


Рис. 2. Обзорная рентгенограмма тазобедренных суставов с полным захватом бедренных костей; слева — варусная установка бедренного компонента 10°

Fig. 2. Overview X-ray of the hip joints with full femoral capture. On the left is a 10° varus placement of the femoral component

По данным МСКТ отмечается децентрация головки. Визуализируется ее правильная форма, что позволяет только предположить ее целостность, а также отмечается свободно лежащий фрагмент керамического вкладыша в области шейки бедренного компонента. Мальпозиция ацетабулярного компонента — ретроверсия составляла 23° (рис. 3).

Диагностирован раскол ацетабулярного вкладыша слева (рис. 4). Гистологическое исследование пунктата не проводилось, поскольку лучевых методов диагностики было достаточно.

На основании полученных данных сформулирован диагноз: разрушение керамического вкладыша эндопротеза левого ТБС, замещенного по поводу левостороннего аваскулярного некроза головки левой бедренной кости. В соответствии с диагнозом определены показания к проведению ревизионного оперативного вмешательства для замены и корректировки позиций всех компонентов протеза. В этот же день пациент был госпитализирован, назначен строгий постельный режим, левая нижняя конечность уложена с валиком под колено. Пациент находился в вынужденно ограниченном положении до оперативного вмешательства.

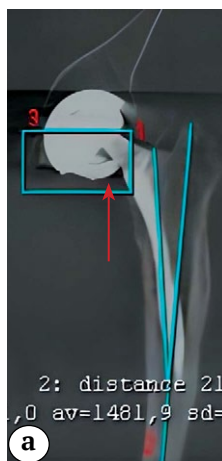


Рис. 3 (а). МСКТ: а — фронтальная проекция: децентрация головки бедренного компонента, визуализируются ее правильная форма и фрагмент керамического вкладыша в области шейки бедренного компонента (указан стрелкой)

Fig. 3 (а). MSCT: а — frontal projection: decentration of the femoral component head, its correct shape and a fragment of the ceramic liner in the area of the femoral component neck (arrow) are visualized

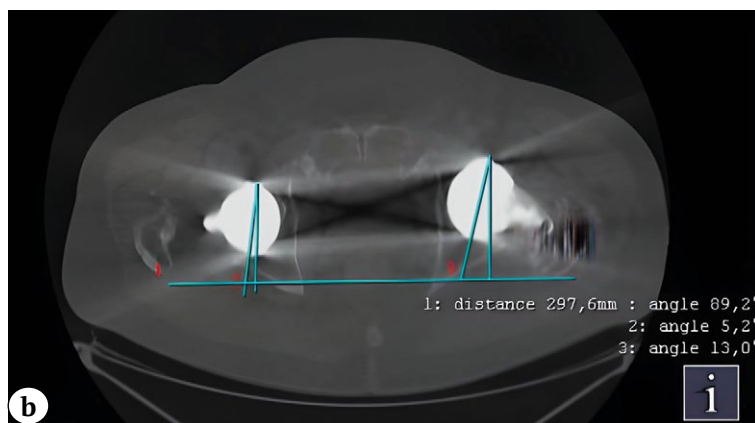


Рис. 3 (b). МСКТ:
b — аксиальная проекция: мальпозиция
ацетабулярного компонента слева —
ретроверсия 23°

Fig. 3 (b). MSCT:
b — axial projection: malposition
of the acetabular component on the left —
23° retroversion



Рис. 4. МСКТ,
сагиттальная проекция:
раскол керамического
вкладыша

Fig. 4. MSCT, sagittal
projection: fracture
of the ceramic liner

05.02.2022 г. было выполнено ревизионное оперативное вмешательство. Все действия выполнялись в присутствии медицинского представителя фирмы-производителя расколотого компонента.

Доступом Хардинга в положении пациента на правом боку под сочетанной анестезией (спинно-мозговая анестезия и ингаляционный наркоз) по старому послеоперационному рубцу по наружной поверхности в проксимальной трети левого бедра рассечены кожа, подкожная клетчатка, фасция, мобилизованы рубцы в области большого вертела. При вскрытии капсулы сустава выделилось около 50 мл геморрагической жидкости без запаха

и фибрина. После иссечения капсулы и вывиха бедренного компонента, после установки ранорасширителей типа Хомана за переднюю и заднюю колоны визуально отмечено мультифрагментарное разрушение ацетабулярного керамического вкладыша. Все семь видимых фрагментов керамического вкладыша удалены, их размеры находились в диапазоне от 2×3 мм до 20×20 мм. По краям сохраненных больших фрагментов вкладыша (краевые зоны вкладыша) видны повторяющиеся дефекты по типу «зазубрин». Головка не разрушена. Мобилизован проксимальный отдел бедренной кости, головка эндопротеза удалена (рис. 5).

Бедренный компонент стабилен, признаков костного лизиса не выявлено. Компонент извлечен путем тракции с небольшим усилием с помощью экстрактора с предварительным применением остеотомов для мобилизации его в проксимальной части. При оценке торсии компонента отмечалось его нейтральное положение. При ревизии ацетабулярного компонента выявлена его установка в положении ретроверсии, что и соответствует данным предоперационного рентгенологического обследования. Ацетабулярный компонент



Рис. 5. Внешний вид фрагментов керамического вкладыша: а — крупный фрагмент керамического вкладыша (центральный) размером 20×20 мм со следами контакта с металлом (черный цвет); б — средние (15×6 мм) и мелкие (2×3 мм) фрагменты с иссеченными окружающими тканями; в — головка бедренного компонента со следами контакта с металлом (черный цвет)

Fig. 5. The appearance of the ceramic liner fragments: a — a large ceramic liner fragment (central) 20×20 mm with signs of metal contact (black); b — medium (15×6 mm) and small fragments (2×3 mm) with excised surrounding tissues; c — femoral head with signs of metal contact (black)

мобилизован при помощи ацетабулярного долота и удален. Контуры вертлужной впадины сохранены, дефектов стенок не отмечается. Повторно выполнена максимально тотальная синовэктомия с последующим применением пульсовой системы Pulsavac (Zimmer) для удаления фрагментов керамики с помощью струи воды. Выполнен контроль гемостаза. Для ревизионной замены бедренного компонента были выбраны бедренный компонент смешанной фиксации (Alloclassic) и вертлужный компонент пресс-фит фиксации (Continuum), а также трибологическая пара Ke-Ke (Bioloх Delta). В результате ревизионного эндопротезирования установлены ацетабулярный компонент Continuum 62 мм, который после импакции был фиксирован тремя винтами, керамический вкладыш 62/36 мм. Бедренный компонент №9 (Alloclassic) устанавливался с учетом коррекции варусного положения предыдущего компонента с установкой по оси костномозгового канала; для коррекции длины конеч-

ности выбрана керамическая головка 36 мм +7XL. После установки головки выполнено вправление бедренного компонента в чашку эндопротеза. При проверке движений в левом ТБС выявлен их достаточный объем. Дополнительно операционная рана санирована с использованием системы Pulsavac в объеме 1 л физиологического раствора. В завершение рана послойно ушита викрилом. Скобки на кожу. Асептическая повязка. Заживление первичным натяжением. Пациент выписан на 10-е сут. после операции. При проведении контроля через 3 мес. после операции по данным обзорной рентгенограммы таза в переднезадней проекции определено, что инклинация ацетабулярного компонента составляет 35°, а бедренный компонент находится в правильном положении, вальгусного или варусного отклонения не отмечено (рис. 6). По данным МСКТ в аксиальной проекции установлено, что ацетабулярный компонент имплантирован в положении антеверсии 17° (рис. 7).

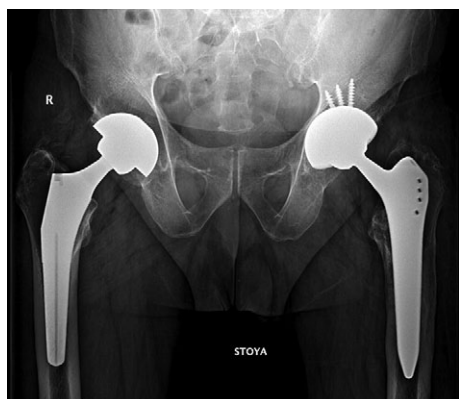


Рис. 6. Обзорная рентгенограмма таза в переднезадней проекции через 3 мес. после операции. Справа — тазобедренный сустав, замещенный бесцементным эндопротезом (2019); слева — тазобедренный сустав, замещенный при ревизионной операции

Fig. 6. Anteroposterior X-ray view of the pelvis 3 months after surgery: on the right — a total hip replacement with a cementless proximal fixation (2019); on the left — a total hip replacement with a cementless proximal fixation

ОБСУЖДЕНИЕ

Различные клинические исследования демонстрируют достаточно высокую выживаемость эндопротезов с парой трения Ke-Ke — 97,9–99,6% в сроки наблюдения от 2 до 10 лет [13, 14, 15, 16, 17] и незначительное снижение до 95,7% при более длительном наблюдении [18]. При этом доля случаев ревизии вследствие раскола керамических элементов составляет лишь малую часть — до 0,3%, из которых на раскол вкладыша приходится менее 0,2%. Хотя такие осложнения встречаются

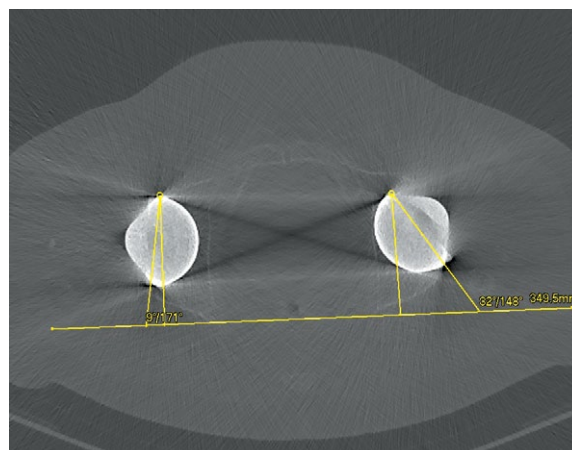


Рис. 7. МСКТ таза в аксиальной проекции: антеверсия ацетабулярного компонента 17°

Fig. 7. MSCT of pelvis in axial projection: anteversion of acetabular component 17°

нередко, несвоевременная и некорректная тактика при данной ситуации может привести к тяжелейшим последствиям для пациента [19, 20, 21, 22, 23]. Поэтому основным вопросом является определение факторов риска разрушения керамического вкладыша. На основе анализа доступной нам литературы следует отметить, что травма нередко является причиной раскола — напротив, большинство представленных клинических случаев не имеют травматического генеза [8, 9, 13, 18, 22, 24, 25, 26]. По данным различных авторов, некорректное

положение вкладыша и ацетабулярного компонента ведет к неравномерному распределению нагрузки на артикулирующие поверхности, что приводит к образованию микротрещин [9, 27, 28], а их накопление может приводить к макроразрушению конструкции [6]. Мальпозиция компонентов может также способствовать развитию импинджмента шейки бедренного компонента и края вкладыша или же приводить к неравномерной краевой нагрузке противоположной стороны [3, 9, 26, 29].

По мнению некоторых авторов, свою роль могут играть вес и рост пациента [29, 30]. Однако F. Traina с соавторами выявили, что различия в весе и росте в группе пациентов с расколом и отсутствием шумов значимых отличий не имели от группы сравнения, и пришли к выводу, что раскол вкладыша имеет многофакторный генез [24]. В этом же исследовании в группе пациентов с расколами угол антеверсии ацетабулярного компонента был больше, чем в группе без подобных проблем.

Площадь недопокрытия также оказывает значительное влияние. Если имеется недопокрытие вертлужного компонента, высокопрочный полиэтилен за счет своей гибкости может смягчать влияние перераспределения веса. Керамический же вкладыш в связи со своей твердостью не амортизирует нарушение распределения веса [3, 9, 24, 31, 32, 33].

Факторы риска со стороны пациента также остаются дискуссионными. Не существует утвержденного протокола работы с парой трения Ке-Ке, хотя большинство ортопедов полагают, что эту пару можно устанавливать у всех молодых и активных пациентов [3, 6, 34]. Даже при корректной установке компонентов по данным рентгенографии в переднезадней проекции остается вопрос сагиттального баланса таза. Кроме этого, большинство пациентов более молодого возраста оперируются по поводу диспластического коксартроза, то есть со значительными анатомическими нарушениями строения сустава, что влечет за собой смещение центра ротации и, как следствие, повышает риск неравномерной нагрузки на артикулирующие поверхности [25, 35]. Если пара трения Ке-Пэ условно «прощает» погрешность 5–10° угла наклона или антеверсии вследствие своих амортизационных свойств, то для пары Ке-Ке неточность установки в те же 5–10° может играть большую роль [33, 36].

Считается, что керамический дебрис является биоинертным для организма, но существуют работы, демонстрирующие остеолит вследствие воздействия керамического дебриса. Нельзя также исключить эффект воздействия третьего тела, что может значительно сократить срок службы пары Ке-Ке [6]. Точных фактов и сведений о случаях рас-

кола керамической пары вследствие эффекта третьего тела нет, но есть теоретические обоснования того, что образование дебриса между элементами пары трения может привести к нарушению равномерного распределения давления головки на вкладыш, а это может создать условия для избыточного трения определенного участка и в последующем привести к разрушению керамики [34]. Более того, существуют доказательства того, что крупные фрагменты дебриса образуют «царапины» и микротрещины на поверхности пары [28, 37].

По данным К.Н. Коо с соавторами, размер головки в паре трения Ке-Ке имеет немаловажную роль, т.е. пары трения с головкой 32 мм и менее имеют более высокий риск раскола компонентов, чем с головками 36 мм и более [38]. Также размер головки влияет на объем движений в суставе (jumping distance) — соответственно, чем больше размер, тем больше амплитуда движений [6]. Однако увеличение размера головки приводит к использованию более тонкого вкладыша, что прямо повышает риск раскола и уменьшает срок годности пары или же требует равного увеличения диаметра вертлужного компонента. Чтобы уменьшить риск краевых сколов при увеличении диаметра головки, рекомендуется устанавливать вкладыши с антилюксационным наклоном с металлическим ободком или использовать компоненты с установленными вкладышами [8, 14, 39].

Хирургическая тактика ревизионного эндопротезирования при разрушении керамики описана в алгоритме действий от CeramTec [12]. Для ранней диагностики раскола керамики необходимо проведение диагностического поиска при первом же выявлении скрипа в паре трения Ке-Ке. В литературе неоднократно указывается, что скрип может являться следствием раскола [40, 41], однако акустические феномены имеют многофакторную природу [41, 42] и потому требуют всесторонней оценки [12].

Многие авторы рекомендуют использовать КТ для достоверной диагностики раскола. Данный метод эффективен при диагностике расколов без дислокации и мальпозиции фрагментов. Если же фрагментация и дислокация выявлена при рентгенографии, этого достаточно [18, 38, 43, 44]. У.К. Лее с соавторами предложили следующую классификацию повреждений [14]:

- краевые сколы: случаи, причиной которых является импинджмент шейки бедренного компонента и вкладыша с внутренней либо с наружной поверхности; об этом могут свидетельствовать потертости на поверхности шейки во время ревизии;
- центральные расколы (часто многофрагментарные): механизмом является непропорциональная нагрузка на артикулирующие поверхности вследствие некорректной установки

(несоблюдение параметров инклинации и антеверсии, ошибки при импакции) либо расшатывание компонента.

Гистологическое исследование аспирата из ТБС при жалобах на скрип может показать наличие фрагментов керамики. Если пациент имеет жалобы на скрип, сопровождающийся болями, а в синовиальной жидкости выявлены фрагменты керамики более 5 мкм, следует выполнять ревизионное оперативное вмешательство [18, 43]. Вместе с тем рекомендуется пред- и интраоперационная биопсия периапартулярных тканей для гистологической диагностики количества макро- и микрочастиц дебриса. Размеры макрочастиц могут быть от 1 до 22 мкм.

Эффект третьего тела является основной проблемой последствий раскола керамики. Многие авторы утверждают, что даже после тотальной синовэктомии и тщательной обработки периапартулярного пространства остается около 20% остаточного дебриса [38, 43, 45]. Соответственно, выбор пары трения при ревизии является важной составляющей. При выборе замены пары трения при ревизии вследствие раскола керамики пара Мет-Пэ исключена. В литературе неоднократно сообщалось об осложнениях, развивающихся при краткосрочном наблюдении [38, 41, 45]. Это массивный металлоз перипротезных тканей, провоцирующийся остаточным керамическим дебрисом, который предшествует системной интоксикации ионами кобальта и хрома. Есть сообщения о пациентах с летальным исходом в средние сроки после ревизии с заменой на пары трения Ме-Пэ [23]. Оптимальным вариантом при ревизии вследствие раскола керамики является использование аналогичной пары трения Ке-Ке, хотя есть гипотеза, что остаточный дебрис может привести к развитию

микротрещин, а впоследствии – к повторному расколу [38, 45].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вероятной причиной разрушения керамического ацетабулярного вкладыша в нашем случае стала мальпозиция ацетабулярного и бедренного компонентов. Пассивная тактика лечения после разрушения могла привести к значительному повреждению окружающих тканей. Своевременно выполненная ревизия, согласно алгоритму CeramTec, предотвратила развитие дальнейшего износа и возможных мягкотканых проблем. Целесообразно внедрение стандартного протокола работы с данными пациентами в РФ, поскольку, несмотря на редкость случаев раскола керамики, рост числа первичных операций с керамической парой трения, несомненно, приведет к росту числа таких осложнений. Для ранней диагностики расколов необходимо скрупулезно исследовать клинические ситуации, связанные с шумами, возникающими в области ТБС после эндопротезирования ТБС. Феномен шума, разделенный по алгоритму на частый шум и непостоянный шум, и не связанный с расколом керамики, требует дальнейшего изучения. МСКТ на данный момент считается оптимальным методом диагностики. Значимым дополнением для обоснования ревизии пары трения при отсутствии мальпозиции компонентов будет гистологическое исследование перипротезных тканей и пунктата. Необходимой парой трения при ревизии эндопротезов с расколом керамики является только пара Ке-Ке, так как полностью удалить мелкие частицы керамики путем синовэктомии невозможно, и всегда будет оставаться вероятность попадания частиц третьего тела в узел трения с развитием катастрофического износа.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Заявленный вклад авторов

Таштанов Б.Р. — сбор и обработка материала, обзор публикаций по теме статьи, написание текста.

Корыткин А.А. — координация исследования, анализ полученных данных, редактирование.

Павлов В.В. — лечение пациента, концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, анализ полученных данных, редактирование.

Шубняков И.И. — обзор публикаций по теме статьи, анализ полученных данных, редактирование.

Все авторы прочли и одобрили финальную версию рукописи статьи. Все авторы согласны нести ответственность за все аспекты работы, чтобы обеспечить надлежащее рассмотрение и решение всех возможных вопросов, связанных с корректностью и надежностью любой части работы.

DISCLAIMERS

Author contribution

Tashtanov B.R. — the collection and processing of data, literature review, writing the draft.

Korytkin A.A. — research conception, data analysis, text editing.

Pavlov V.V. — the treatment of patient, research conception and design, collection and processing of material, data analysis, text editing.

Shubnyakov I.I. — literature review, data analysis, text editing.

All authors have read and approved the final version of the manuscript of the article. All authors agree to bear responsibility for all aspects of the study to ensure proper consideration and resolution of all possible issues related to the correctness and reliability of any part of the work.

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

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

Этическая экспертиза. Не применима.

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

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

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]

- Boutin P., Christel P., Dorlot J.M., Meunier A., de Roquancourt A., Blanquaert D. et al. The use of dense alumina-alumina ceramic combination in total hip replacement. *J Biomed Mater Res.* 1988;22(12):1203-1232. doi: 10.1002/jbm.820221210.
- Шубняков И.И., Тихилов Р.М., Гончаров М.Ю., Карпукhin А.С., Мазуренко А.В., Плиев Д.Г. и др. Достоинства и недостатки современных пар трения эндопротезов тазобедренного сустава (обзор иностранной литературы). *Травматология и ортопедия России.* 2010;16(3):147-156. doi: 10.21823/2311-2905-2010-0-3-147-156. Shubnyakov I.I., Tikhilov R.M., Goncharov M.Y., Karpukhin A.S., Mazurenko A.V., Pliev D.G. et al. [Merits and demerits of modern bearing surfaces of hip implants (review of foreign literature)]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2010;16(3):147-156. doi: 10.21823/2311-2905-2010-0-3-147-156. (In Russian).
- Sentuerk U., von Roth P., Perka C. Ceramic on ceramic arthroplasty of the hip: new materials confirm appropriate use in young patients. *Bone Joint J Br.* 2016;98 (1 Suppl A):14-17. doi: 10.1302/0301-620X.98B1.36347.
- Hamadouche M., Sedel L. Ceramics in orthopaedics. *J Bone Joint Surg Br.* 2000;82(8):1095-1099. doi: 10.1302/0301-620X.82b8.11744.
- Hannouche D., Hamadouche M., Nizard R., Bizot P., Meunier A., Sedel L. Ceramics in total hip replacement. *Clin Orthop Relat Res.* 2005;(430):62-71. doi: 10.1097/01.blo.0000149996.91974.83.
- Руководство по хирургии тазобедренного сустава. Под ред. Р.М. Тихилова, И.И. Шубнякова. Санкт-Петербург: РНИИТО им. Р.Р. Вредена; 2014. Т. 1. с. 88-92. Guidelines on hip surgery. Ed. by R. Tikhilov, I. Shubnyakov. St. Petersburg; 2014. Vol. 1. p. 88-92.
- Howard D.P., Wall P.D.H., Fernandez M.A., Parsons H., Howard P.W. Ceramic-on-ceramic bearing fractures in total hip arthroplasty: an analysis of data from the National Joint Registry. *Bone Joint J.* 2017;99-B(8):1012-1019. doi: 10.1302/0301-620X.99B8.BJJ-2017-0019.R1.
- Yoon B.H., Park J.W., Cha Y.H., Won S.H., Lee Y.K., Ha Y.C. et al. Incidence of Ceramic Fracture in Contemporary Ceramic-on-Ceramic Total Hip Arthroplasty: A Meta-analysis of Proportions. *J Arthroplasty.* 2020;35(5): 1437-1443.e3. doi: 10.1016/j.arth.2019.12.013.
- Hallan G., Fenstad A.M., Furnes O. What Is the Frequency of Fracture of Ceramic Components in THA? Results from the Norwegian Arthroplasty Register from 1997 to 2017. *Clin Orthop Relat Res.* 2020;478(6):1254-1261. doi: 10.1097/CORR.0000000000001272.
- Шубняков И.И., Риахи А., Денисов А.О., Короткин 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]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2021;27(3):119-142. doi: 10.21823/2311-2905-2021-27-3-119-142. (In Russian).
- Traina F., De Fine M., Di Martino A., Faldini C. Fracture of ceramic bearing surfaces following total hip replacement: a systematic review. *Biomed Res Int.* 2013;2013:157247. doi: 10.1155/2013/157247.
- Walter W. L., Jenabzadeh R., Reinhardt C. Практическое руководство по трактовке шумов в твердых парах трения. Клинический менеджмент эндопротезирования ТБС. Berlin Heidelberg: Springer Verlag; 2015. https://www.ceramtec.com/files/mt_clinical_guide_clinical_practical_guide_for_handling_noises_ru.pdf
- Buttaro M.A., Zanotti G., Comba F.M., Piccaluga F. Primary Total Hip Arthroplasty With Fourth-Generation Ceramic-on-Ceramic: Analysis of Complications in 939 Consecutive Cases Followed for 2-10 Years. *J Arthroplasty.* 2017;32(2):480-486. doi: 10.1016/j.arth.2016.07.032.
- Lee Y.K., Lim J.Y., Ha Y.C., Kim T.Y., Jung W.H., Koo K.H. Preventing ceramic liner fracture after Delta ceramic-on-ceramic total hip arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2021;141(7):1155-1162. doi: 10.1007/s00402-020-03515-2.
- Baek S.H., Kim W.K., Kim J.Y., Kim S.Y. Do alumina matrix composite bearings decrease hip noises and bearing fractures at a minimum of 5 years after THA? *Clin Orthop Relat Res.* 2015;473(12):3796-3802. doi: 10.1007/s11999-015-4428-1.
- Kim Y.H., Park J.W., Kim J.S. Alumina Delta-on-Alumina Delta Bearing in Cementless Total Hip Arthroplasty in Patients Aged <50 Years. *J Arthroplasty.* 2017;32(3):1048-1053. doi: 10.1016/j.arth.2016.10.035.
- Lim S.J., Ryu H.G., Eun H.J., Park C.W., Kwon K.B., Park Y.S. Clinical Outcomes and Bearing-Specific Complications Following Fourth-Generation Alumina Ceramic-on-Ceramic Total Hip Arthroplasty: A Single-Surgeon Series of 749 Hips at a Minimum of 5-Year Follow-Up. *J Arthroplasty.* 2018;33(7):2182-2186.e1. doi: 10.1016/j.arth.2018.02.045.
- Choy W.S., Cha Y.H., Jeon C.Y., Lee K.S., Kim H.Y. A Minimum Ten Years of Follow-Up of Alumina Head on Delta Liner Total Hip Arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2018;33(2):470-476. doi: 10.1016/j.arth.2017.08.043.

19. Olmedo-Garcia N.I., Zagra L. High risk of complications using metal heads after ceramic fracture in total hip arthroplasty. *Hip Int.* 2019;29(4):373-378. doi: 10.1177/1120700018813978.
20. Lee S.J., Kwak H.S., Yoo J.J., Kim H.J. Bearing Change to Metal-On-Polyethylene for Ceramic Bearing Fracture in Total Hip Arthroplasty; Does It Work? *J Arthroplasty.* 2016;31(1):204-208. doi: 10.1016/j.arth.2015.08.039.
21. Peters R.M., Willemse P., Rijk P.C., Hoogendoorn M., Zijlstra W.P. Fatal Cobalt Toxicity after a Non-Metal-on-Metal Total Hip Arthroplasty. *Case Rep Orthop.* 2017;2017:9123684. doi: 10.1155/2017/9123684.
22. Winston B.A., Kagan R.P., Huff T.W. Delayed diagnosis of catastrophic ceramic liner failure with resultant pelvic discontinuity and massive metallosis. *Arthroplast Today.* 2016;3(2):77-82. doi: 10.1016/j.artd.2016.11.002.
23. Zywielski M.G., Brandt J.M., Overgaard C.B., Cheung A.C., Turgeon T.R., Syed K.A. Fatal cardiomyopathy after revision total hip replacement for fracture of a ceramic liner. *Bone Joint J.* 2013;95-B(1):31-37. doi: 10.1302/0301-620X.95B1.30060.
24. Traina F., De Fine M., Bordini B., Toni A. Risk factors for ceramic liner fracture after total hip arthroplasty. *Hip Int.* 2012;22(6):607-614. doi: 10.5301/HIP.2012.10339.
25. Goretti C., Polidoro F., Paderni S., Belluati A. Ceramic on ceramic total hip arthroplasty and liner fracture. Two case reports and review of literature. *Acta Biomed.* 2019;90(12-S):192-195. doi: 10.23750/abm.v90i12-S.8961.
26. Taheriazam A., Mohajer M.A., Aboulghasemian M., Hajipour B. Fracture of the alumina-bearing couple delta ceramic liner. *Orthopedics.* 2012;35(1):e91-93. doi: 10.3928/01477447-20111122-33.
27. Walls A., Tucker A., Warnock D.S., Beverland D. Catastrophic ceramic liner failure-The subtle signs of a non-engaged ceramic liner. *J Orthop.* 2018;15(2):363-365. doi: 10.1016/j.jor.2018.02.004.
28. Baruffaldi F., Mecca R., Stea S., Beraudi A., Bordini B., Amabile M. et al. Squeaking and other noises in patients with ceramic-on-ceramic total hip arthroplasty. *Hip Int.* 2020;30(4):438-445. doi: 10.1177/1120700019864233.
29. Brown T.D., Elkins J.M., Pedersen D.R., Callaghan J.J. Impingement and dislocation in total hip arthroplasty: mechanisms and consequences. *Iowa Orthop J.* 2014;34:1-15.
30. Elkins J.M., Pedersen D.R., Callaghan J.J., Brown T.D. Do obesity and/or stripe wear increase ceramic liner fracture risk? An XFEM analysis. *Clin Orthop Relat Res.* 2013;471(2):527-536. doi: 10.1007/s11999-012-2562-6.
31. Higuchi Y., Seki T., Takegami Y., Osawa Y., Kusano T., Ishiguro N. What factors predict ceramic liner malseating after ceramic-on-ceramic total hip arthroplasty? *Orthop Traumatol Surg Res.* 2019;105(3):453-459. doi: 10.1016/j.otsr.2019.01.009.
32. Kaku N., Tabata T., Tagomori H., Abe T., Tsumura H. The mechanical effects of cup inclination and anteversion angle on the bearing surface. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2018;28(1):65-70. doi: 10.1007/s00590-017-2025-6.
33. De Fine M., Terrando S., Hintner M., Porporati A.A., Pignatti G. Pushing Ceramic-on-Ceramic in the most extreme wear conditions: A hip simulator study. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2021;107(1):102643. doi: 10.1016/j.otsr.2020.05.003.
34. Zagra L., Bianchi L., Giacometti Ceroni R. Revision of ceramic fracture with ceramic-on-polyethylene in total hip arthroplasty: Medium-term results. *Injury.* 2016;47 Suppl 4:S116-S120. doi: 10.1016/j.injury.2016.07.059.
35. Плющев А.Л., Гаврюшенко Н.С., Голев С.Н. Особенности применения керамики в парах трения эндопротезов тазобедренного сустава при ДКА. *Московский хирургический журнал.* 2008;(2):47-55. Plyushchev A.L., Gavryushenko N.S., Golev S.N. Features of ceramic bearing in hip arthroplasty in patients with dysplastic osteoarthritis. *Moskovskii khirurgicheskii zhurnal* [Moscow Surgical Journal]. 2008;(2):47-55.
36. Toni A., Traina F., Stea S., Sudanese A., Visentini M., Bordini B. et al. Early diagnosis of ceramic liner fracture. Guidelines based on a twelve-year clinical experience. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88 Suppl 4:55-63. doi: 10.2106/JBJS.F.00587. PMID: 17142435.
37. Elkins J.M., Pedersen D.R., Callaghan J.J., Brown T.D. Fracture propagation propensity of ceramic liners during impingement-subluxation: a finite element exploration. *J Arthroplasty.* 2012;27(4):520-526. doi: 10.1016/j.arth.2011.06.023.
38. Koo K.H., Ha Y.C., Jung W.H., Kim S.R., Yoo J.J., Kim H.J. Isolated fracture of the ceramic head after third-generation alumina-on-alumina total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90(2):329-336. doi: 10.2106/JBJS.F.01489.
39. Мурылев В.Ю., Кавалерский Г.М., Терентьев Д.И., Рукин Я.А., Елизаров П.М., Музыченков А.В. Пятилетние результаты применения керамических и керамо-полиэтиленовых пар трения при эндопротезировании тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России.* 2017;23(1):89-97. doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-89-97. Murylev V.Y., Kavalersky G.M., Terentiev D.I., Rukin Y.A., Elizarov P.M., Muzychenkov A.V. [Five year outcomes of ceramic-on-ceramic and ceramic-on-polyethylene bearings in hip joint replacement]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(1):89-97. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-89-97.
40. Baruffaldi F., Mecca R., Stea S., Beraudi A., Bordini B., Amabile M. et al. Squeaking and other noises in patients with ceramic-on-ceramic total hip arthroplasty. *Hip Int.* 2020;30(4):438-445. doi: 10.1177/1120700019864233.
41. Wu G.L., Zhu W., Zhao Y., Ma Q., Weng X.S. Hip Squeaking after Ceramic-on-ceramic Total Hip Arthroplasty. *Chin Med J (Engl).* 2016;129(15):1861-1866. doi: 10.4103/0366-6999.186654.
42. Choi I.Y., Kim Y.S., Hwang K.T., Kim Y.H. Incidence and factors associated with squeaking in alumina-on-alumina THA. *Clin Orthop Relat Res.* 2010;468(12):3234-3239. doi: 10.1007/s11999-010-1394-5.
43. Traina F., Tassinari E., De Fine M., Bordini B., Toni A. Revision of ceramic hip replacements for fracture of a ceramic component: AAOS exhibit selection. *J Bone Joint Surg Am.* 2011;93(24):e147. doi: 10.2106/JBJS.K.00589.
44. Trivellin G., Sandri A., Bizzotto N., Marino M.A., Mezzari S., Sambugaro E. et al. Ceramic liner fatigue fracture: 3-D CT findings in a late recurrent THA dislocation. *Orthopedics.* 2013;36(1):e101-104. doi: 10.3928/01477447-20121217-26.
45. Im C., Lee K.J., Min B.W., Bae K.C., Lee S.W., Sohn H.J. Revision Total Hip Arthroplasty after Ceramic Bearing Fractures in Patients Under 60-years Old; Mid-term Results. *Hip Pelvis.* 2018;30(3):156-161. doi: 10.5371/hp.2018.30.3.156.

Сведения об авторах

✉ *Таштанов Байкожо Рустамович*
Адрес: Россия, 630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, д. 17
<https://orcid.org/0000-0002-8553-9712>
e-mail: b.tashtanov95@gmail.com

Корыткин Андрей Александрович — канд. мед. наук
<https://orcid.org/0000-0001-9231-5891>
e-mail: andrey.korytkin@gmail.com

Павлов Виталий Викторович — д-р мед. наук
<https://orcid.org/0000-0002-8997-7330>
e-mail: pavlovdoc@mail.ru

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

Authors' information

✉ *Baikozho R. Tashtanov*
Address: 17, Frunze str., Novosibirsk, 630091, Russia
<https://orcid.org/0000-0002-8553-9712>
e-mail: b.tashtanov95@gmail.com

Andrey A. Korytkin — Cand. Sci. (Med.)
<https://orcid.org/0000-0001-9231-5891>
e-mail: andrey.korytkin@gmail.com

Vitalii V. Pavlov — Dr. Sci. (Med.)
<https://orcid.org/0000-0002-8997-7330>
e-mail: pavlovdoc@mail.ru

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



Клиническое наблюдение
УДК 616.717.4-001.5-089.844
<https://doi.org/10.17816/2311-2905-1777>

Реверсивное эндопротезирование плечевого сустава после оскольчатого перелома плечевой кости: клинический случай

А.В. Фролов^{1,2}, А.Н. Логвинов¹, М.Е. Бурцев¹, М.Н. Майсигов¹,
А.А. Ольчев³, П.М. Каданцев¹, А.В. Королёв^{1,2}

¹ Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), г. Москва, Россия

² ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», г. Москва, Россия

³ ГБУ РО «Городская клиническая больница скорой медицинской помощи», г. Рязань, Россия

Актуальность. Переломы проксимального отдела плечевой кости — распространенная травма, особенно среди пациентов старшей возрастной группы. Для лечения большинства данных повреждений применяется консервативная тактика, однако некоторым пациентам требуется хирургическое лечение: остеосинтез, эндопротезирование. Переломы проксимального отдела плечевой кости с распространением на метадиафизарную и диафизарную зоны встречаются значительно реже, и их лечение представляет сложную задачу для травматологов.

Описание случая. Представлен успешный опыт двухэтапного лечения перелома проксимального отдела плечевой кости с распространением до средней трети диафиза у пациентки старшей возрастной группы. Первым этапом выполнен остеосинтез плечевой кости пластиной PHILOS Long, вторым этапом — реверсивное эндопротезирование плечевого сустава.

Заключение. Последовательное применение остеосинтеза и тотального реверсивного эндопротезирования плечевого сустава позволяет добиться удовлетворительных результатов лечения с восстановлением функции травмированной конечности и купированием болевого синдрома.

Ключевые слова: перелом плечевой кости, остеосинтез пластиной, эндопротезирование плечевого сустава, аваскулярный некроз головки плечевой кости.

Фролов А.В., Логвинов А.Н., Бурцев М.Е., Майсигов М.Н., Ольчев А.А., Каданцев П.М., Королёв А.В. Реверсивное эндопротезирование плечевого сустава после оскольчатого перелома плечевой кости: клинический случай. *Травматология и ортопедия России*. 2022;28(3):74-82. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-1777>.

Логвинов Алексей Николаевич; e-mail: logvinov09@gmail.com

Рукопись получена: 29.04.2022. Рукопись одобрена: 14.07.2022. Статья опубликована онлайн: 25.07.2022.

© Фролов А.В., Логвинов А.Н., Бурцев М.Е., Майсигов М.Н., Ольчев А.А., Каданцев П.М., Королёв А.В., 2022

Reverse Shoulder Arthroplasty After Communitated Humerus Fracture: A Case Report

Aleksandr V. Frolov^{1,2}, Aleksey N. Logvinov¹, Mikhail E. Burtsev¹, Musa N. Maysigov¹, Aleksandr A. Olchev³, Pavel M. Kadantsev¹, Andrey V. Korolev^{1,2}

¹ *European Clinic of Sports Traumatology and Orthopedics (ECSTO), Moscow, Russia*

² *RUDN University, Moscow, Russia*

³ *City Clinical Emergency Hospital, Ryazan, Russia*

Background. Fractures of the proximal humerus are common injury, especially among older age group patients. For the treatment of most cases, conservative tactics are required, some require surgery: osteosynthesis, arthroplasty. Proximal humerus fractures with extension to the metadiaphyseal and diaphyseal zones uncommon, and treatment of this type of injuries is complex for trauma surgeons.

The aim of the study is to demonstrate successful experience of two-stage treatment of the proximal humerus fracture with extension to the diaphysis middle third in an older age group patient.

Case presentation. The clinical case presents successful two-stage treatment of the proximal humerus fracture with extension to the middle third of the diaphysis in an older age group patient. The first stage was performed osteosynthesis of the humerus with the PHILOS Long plate, the second stage — reverse shoulder arthroplasty.

Conclusion. Consistent performing of osteosynthesis and total reverse shoulder arthroplasty allows to achieve satisfactory treatment results with restoration of the injured limb function and relief of pain syndrome.

Keywords: humerus fracture, plate osteosynthesis, shoulder arthroplasty, the humerus head avascular necrosis.

Cite as: Frolov A.V., Logvinov A.N., Burtsev M.E., Maysigov M.N., Olchev A.A., Kadantsev P.M., Korolev A.V. [Reverse Shoulder Arthroplasty After Communitated Humerus Fracture: A Case Report]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2022;28(3):74-82. (In Russian). <https://doi.org/10.17816/2311-2905-1777>.

✉ Aleksey N. Logvinov; e-mail: logvinov09@gmail.com

Submitted: 29.04.2022. Accepted: 14.07.2022. Published Online: 25.07.2022.

© Frolov A.V., Logvinov A.N., Burtsev M.E., Maysigov M.N., Olchev A.A., Kadantsev P.M., Korolev A.V., 2022

ВВЕДЕНИЕ

Изолированные переломы проксимального отдела плечевой кости (ПОПК) — третья по частоте встречаемости травма среди гериатрических пациентов [1, 2]. Как правило, такие переломы происходят на фоне остеопороза, а низкоэнергетические травмы могут привести к сложным типам переломов в этой области [3]. В большинстве случаев для лечения таких переломов используется консервативная тактика, но в некоторых случаях требуется хирургическая стабилизация по классическим показаниям с применением интрамедуллярного или накостного остеосинтеза [3]. Основными задачами лечения пациентов старшей возрастной группы с переломами ПОПК являются ранняя реабилитация и быстрое возвращение к повседневной активности [4]. Однако переломы ПОПК с распространением на метадиафизарную и диафизарную зоны встречаются гораздо реже и у пожилых пациентов могут привести к резкому снижению функции верхней конечности и качества жизни [5]. Дистальное распространение данного типа перелома снижает успех консервативного лечения различными видами повязок и брейсов, а также затрудняет применение интрамедуллярного остеосинтеза [6]. Методом выбора для лечения данных видов переломов является накостный остеосинтез блокированными пластинами [7, 8]. При этом низкое качество костной ткани, риск потери репозиции, развития варус-коллапса и аваскулярного некроза головки плечевой кости приводят к высокому количеству осложнений.

Представляем редкий клинический случай этапного хирургического лечения пациентки старшей возрастной группы с переломом ПОПК с распространением на диафизарную зону.

Клиническое наблюдение

Пациентка 73 лет обратилась в Европейскую клинику спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO) спустя 4 дня с момента травмы, полученной в результате падения с упором на левую верхнюю конечность. При поступлении выполнено

рентгенографическое исследование — диагностирован многооскольчатый перелом проксимальной и средней трети плечевой кости, вывих головки плечевой кости (рис. 1). При поступлении были выявлены признаки нейропатии левого лучевого нерва, вторичная анемия вследствие потери крови (гемоглобин 110,0 г/л, эритроциты $3,53 \times 10^{12}/л$, гематокрит 32,10%).

После обследования пациентки и подготовки к хирургическому лечению были выполнены открытая прямая репозиция и остеосинтез пластиной через дельтовидно-пекторальный доступ, дополнительный латеральный доступ. Хирургическое лечение выполнялось в положении «пляжное кресло».

Первым этапом было выполнено проведение стягивающих винтов через диафизарную часть перелома, однако добиться удовлетворительной репозиции не удалось. Стягивающие винты были удалены, наложены два серкляжных шва (рис. 2). Далее был выполнен остеосинтез пластиной PHILOS Long (Synthes) (рис. 3).

В послеоперационном периоде у пациентки сохранялся парез лучевого нерва, была начата терапия нейронтином и берлитином. После операции проводились иммобилизация в косыночной повязке в течение 6 нед., затем активная реабилитационная терапия, этапная рентгенография. Парез лучевого нерва разрешился к 9 мес. с момента операции с полным восстановлением функции лучевого нерва.

На контрольных рентгенограммах через 9 мес. с момента операции — консолидированный перелом диафиза плечевой кости и развитие аваскулярного некроза головки левой плечевой кости, несращение и миграция большого бугорка в субакромиальное пространство (рис. 4). Функция плечевого сустава была ограничена — сохранялись болевой синдром при движениях до 5 баллов по ВАШ, выраженное ограничение амплитуды активных движений: отведение до 70°, сгибание до 90°, наружная ротация до 0°, внутренняя ротация на уровне L5. Однако пациентка была полностью адаптирована к повседневной деятельности.



Рис. 1. Рентгенограммы левого плеча при поступлении: многооскольчатый перелом проксимальной и средней трети плечевой кости, вывих головки плечевой кости

Fig. 1. X-rays of the left shoulder at admission: multi-comminuted fracture of the proximal and middle third of the humerus bone, dislocation of the humeral head

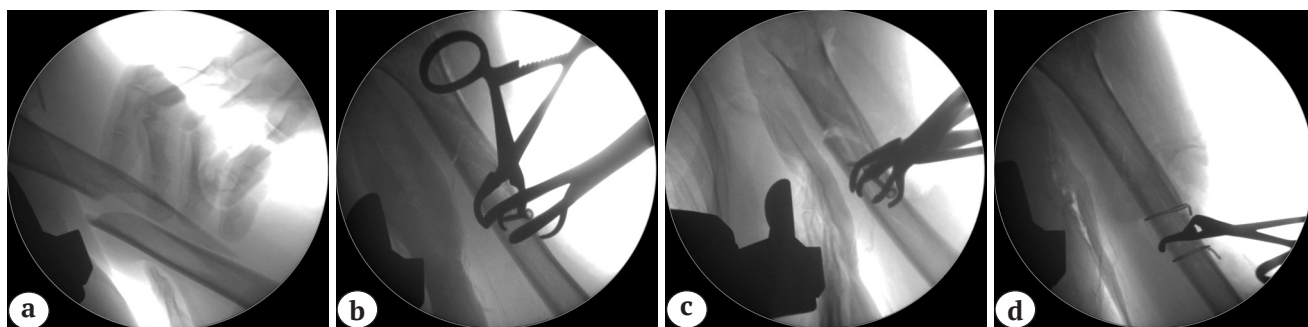


Рис. 2. Интраоперационные рентгенограммы:
 а — смещение отломков диафиза плечевой кости; б — репозиция диафиза плечевой кости, проведение стягивающих винтов; с — потеря репозиции; d — удаление стягивающих винтов, установка серкляжей

Fig. 2. Intraoperative X-rays:

а — humerus diaphysis fragments displacement; б — reposition of the humerus shaft, lag screws insertion; с — loss of reposition; d — removal of lag screws, cerclages osteosynthesis

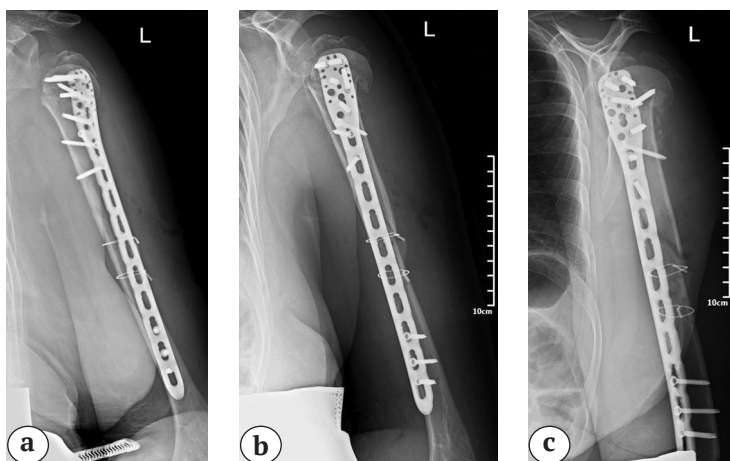


Рис. 3. Рентгенограммы в раннем послеоперационном периоде после остеосинтеза плечевой кости пластиной Long PHILOS и серкляжами:

а — прямая проекция;
 б — боковая проекция;
 с — косая проекция

Fig. 3. Postoperative X-rays after osteosynthesis of the humerus with a PHILOS Long plate and cerclages:

а — frontal view;
 б — lateral view;
 с — oblique view

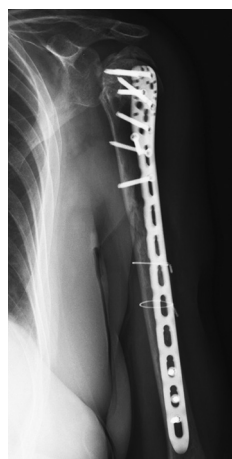


Рис. 4. Контрольная рентгенограмма плеча через 9 мес. с момента операции: отмечается консолидация диафизарной части, несращение, вторичная миграция большого бугорка и аваскулярный некроз головки плечевой кости

Fig. 4. Shoulder control X-ray after 9 months since surgery: consolidation of the diaphyseal part, nonunion, secondary displacement of the greater tubercle and avascular necrosis of the humeral head

Через 20 мес. в связи с сохраняющимся болевым синдромом совместно с пациенткой было принято решение о выполнении второго этапа хирургического лечения: удаление металлофиксаторов, тотальное реверсивное эндопротезирование левого плечевого сустава. Был выполнен дельтовидно-пекторальный доступ, удалены металлофиксаторы. Затем выполнена тенотомия сухожилия подлопаточной мышцы и сухожилия длинной головки бицепса, обеспечен доступ к плечевому суставу; удалены оставшиеся нежизнеспособные фрагменты головки плечевой кости, установлен бесцементный метаглен с фиксацией тремя винтами, установлена гленосфера диаметром 38 мм.

Учитывая сниженное качество кости, тонкие кортикальные стенки, риск низкой интеграции и, как следствие, риск нестабильности ножки эндопротеза, было принято решение об установке цементной ножки эндопротеза (размер 1, диаметр 10). Высота посадки плечевого компонента определялась по наиболее сохранному медиальному костному краю плечевой кости. После примерки была установлена чашка 38/+3. Финальные рентгенограммы представлены на рисунке 5.

Учитывая сниженное качество кости, тонкие кортикальные стенки, риск низкой интеграции и, как следствие, риск нестабильности ножки эндопротеза, было принято решение об установке цементной ножки эндопротеза (размер 1, диаметр 10). Высота посадки плечевого компонента определялась по наиболее сохранному медиальному костному краю плечевой кости. После примерки была установлена чашка 38/+3. Финальные рентгенограммы представлены на рисунке 5.

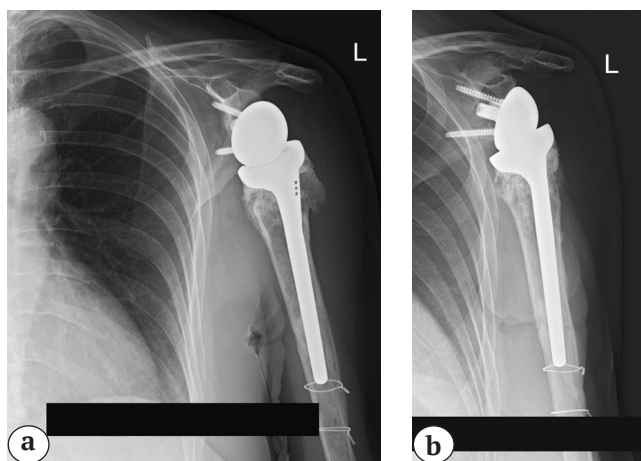


Рис. 5. Послеоперационные рентгенограммы плеча в раннем послеоперационном периоде после установки эндопротеза левого плечевого сустава:

a — Y-образная проекция;
b — прямая проекция

Fig. 5. Shoulder X-rays in the early postoperative period after left shoulder arthroplasty:

a — Y-shaped view;
b — direct view

В послеоперационном периоде болевой синдром не беспокоил, пациентка выписана на 5-е сут. с момента операции. В послеоперационном периоде проводились иммобилизация в косыночной повязке, реабилитационная терапия.

Субъективная оценка функции левого плечевого сустава по шкале ASES (American Shoulder and Elbow Surgeons score) проводилась на этапных контрольных осмотрах (рис. 6).

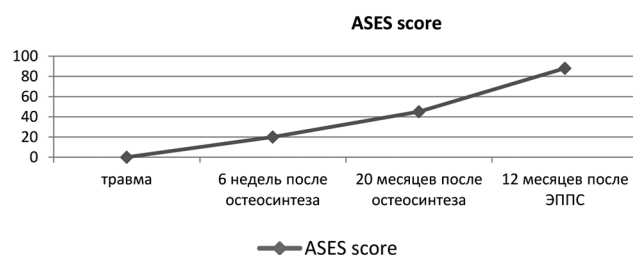


Рис. 6. Динамика результатов по шкале ASES

Fig. 6. Dynamics of ASES scores

На финальном контрольном осмотре болевой синдром пациентку не беспокоил (0 баллов по ВАШ), субъективная оценка функции левого плечевого сустава — 90%, результаты по шкале ASES — 88. У пациентки достигнут полный безболезненный объем движений, сохранялся дефицит наружной ротации, и отмечался положительный тест lag-sign, когда пациент не может удержать руку в положении максимальной наружной ротации.

ОБСУЖДЕНИЕ

Перелом ПОПК с распространением на диафиз у гериатрических пациентов является относительно редкой травмой и может привести к резкому снижению функции конечности и качества жизни. Внутренняя фиксация с помощью пластины

PHILOS Long (Synthes) обеспечивает стабильную фиксацию благодаря анатомической форме пластины [9].

Согласно данным литературы, хирургическое лечение изолированных переломов ПОПК сопряжено с большим количеством осложнений — от 17 до 32% [10, 11], среди которых аваскулярный некроз головки плечевой кости составляет до 5% [12, 13, 14]. По данным F. Brunner с соавторами, у гериатрических пациентов в 2–3 раза выше риск осложнений по сравнению с молодыми людьми [10].

Результаты лечения пациентов с переломами ПОПК с распространением на диафизарную зону в литературе варьируются. По данным V. Arumilli с соавторами, из 12 пациентов с 13 переломами только у 2 пациентов развились послеоперационные осложнения — минимальный варус-коллапс у пациента 73 лет и миграция винта у пациента 53 лет [6]. В работе I.V. James с соавторами только у одного из 18 пациентов развилось послеоперационное осложнение в виде транзитного пареза лучевого нерва, случаев развития аваскулярного некроза, несращения или замедленного сращения не было выявлено [5]. В нашем наблюдении были диагностированы асептический некроз головки плечевой кости и несращение бугорков плечевой кости, что может быть связано с тяжестью перелома, характером смещения отломков и использованием открытой прямой репозиции.

Согласно классификации изолированных переломов ПОПК, предложенной P. Voileau с соавторами, характер осложнений в нашем клиническом примере можно отнести к типу 1 (асептический некроз головки) и типу 4 (несращение бугорков плечевой кости) [15]. В работе V. Schliemann с соавторами показано, что тотальное реверсивное эндопротезирование плечевого сустава после остеосинтеза ПОПК с развитием асептического некроза позволяет добиться удовлетворительных результатов [16]. В работе F. Grubhofer с соавтора-

ми также были опубликованы удовлетворительные результаты применения тотального реверсивного эндопротезирования плечевого сустава после осложнений первичного остеосинтеза. Пациенты с внутрикапсулярными осложнениями перелома (типы 1 и 2) имели статистически значимо лучший результат, чем пациенты с экстракапсулярными осложнениями (типы 3 и 4) [17]. Во всех работах отмечено значимое улучшение значений по ортопедическим шкалам в послеоперационном периоде. Аналогичные результаты были получены и в нашем клиническом наблюдении — 88 баллов по шкале ASES на финальном контрольном осмотре.

По данным литературы, применение одноэтапного тотального реверсивного эндопротезирования плечевого сустава для лечения переломов ПОПК у пациентов старшей возрастной группы позволяет добиться лучших клинических результатов, чем однополюсное эндопротезирование или остеосинтез [18]. В когортном исследовании E. Sebastia-Forcada с соавторами сравнили результаты первичного и ревизионного тотального реверсивного эндопротезирования плечевого сустава. Несмотря на значимое улучшение функции, в обеих группах выявлены лучшие функциональные результаты, меньшее количество осложнений в группе первичного тотального реверсивного эндопротезирования плечевого сустава [19]. Аналогичные результаты были получены в работе S.F. Shannon с соавторами [20].

Одним из методов лечения трех- и четырехфрагментарных переломов ПОПК является одноэтапное однополюсное эндопротезирование. Согласно мнению некоторых авторов, данный метод эффективно снижает уровень болевого синдрома, однако часто сохраняется нарушение функции плечевого сустава в связи с повреждением вращательной манжеты плечевого сустава или несращением бугорков плечевой кости [21, 22]. Так, например, в статье М.О. Раджабова с соавторами описан успешный опыт хирургического лечения тяжелых переломов ПОПК с применением однополюсного эндопротезирования плечевого сустава [23]. Стоит отметить, что однополюсное эндопротезирование в данной работе проводилось у пациентов без повреждения вращательной манжеты и признаков омартроза. В работе Н.W. Vonns с соавторами не было выявлено статистически значимой разницы в результатах лечения пациентов старше 65 лет с четырехфрагментарными переломами ПОПК при консервативном лечении или применении однополюсного эндопротеза [24].

Согласно результатам систематического обзора D.C. Austin с соавторами, результаты, достигнутые при применении тотального реверсивного эндопротезирования плечевого сустава (421 пациент), значительно превосходят результаты однопо-

люсного эндопротезирования (492 пациента) по уровню послеоперационного болевого синдрома и объему движений [25]. В систематическом обзоре D. Gallinet с соавторами пациенты после тотального реверсивного эндопротезирования плечевого сустава достигали лучших клинических результатов и амплитуды сгибания, однако пациенты после однополюсного эндопротезирования обладали большей амплитудой наружной и внутренней ротации. Также в их работе было выявлено, что у пациентов после тотального реверсивного эндопротезирования плечевого сустава выше частота осложнений и повторных операций, а у пациентов после однополюсного эндопротезирования выше процент ревизий [26].

На наш взгляд, применение одноэтапного однополюсного эндопротезирования в представленном нами случае нецелесообразно ввиду оскольчатого характера перелома бугорков плечевой кости и проксимального метафиза.

В работе S. Greiner с соавторами был проведен анализ 50 случаев тотального реверсивного эндопротезирования плечевого сустава у пациентов с переломами ПОПК после консервативного лечения, остеосинтеза или однополюсного эндопротезирования. Было выявлено, что сформировавшийся метафизарный дефект кости более 3 см и атрофия или отрыв малой круглой мышцы являются статистически значимыми отрицательными прогностическими факторами, влияющими на клинические результаты лечения. Авторами отмечено, что при метафизарных дефектах плечевой кости фиксация плечевого компонента эндопротеза зависит от диафизарной фиксации, которая часто может быть несостоятельной. Часто наблюдается недостаточность натяжения дельтовидной мышцы в сочетании со сложностями реконструкции передней и задней порции вращательной манжеты плеча [27].

При переломах ПОПК дефект метафизарной зоны ведет к ротационной и осевой нестабильности, сложностям установки из-за отсутствия костных ориентиров и, как следствие, к повышенному риску нестабильности плечевого компонента эндопротеза, вывихов, слабости верхней конечности и ухудшению функции.

В представленном нами клиническом случае сформированного метафизарного дефекта на момент первичной операции не было, однако промежуточный фрагмент был значительно больше 3 см и распространялся до средней трети диафиза плечевой кости, что могло бы отрицательно сказаться на стабильности фиксации плечевого компонента эндопротеза при одноэтапной операции и функции дельтовидной мышцы (натяжения). Однако, на наш взгляд, применение тотального реверсивного эндопротезирования плечевого сустава

в сочетании с остеосинтезом диафиза серкляжами в данном случае возможно, но сопряжено с определенными рисками.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленное нами клиническое наблюдение показывает, что применение последовательного остеосинтеза и тотального реверсивного эндопротезирования плечевого сустава позволяет

добиться удовлетворительных результатов лечения с восстановлением функции травмированной конечности и отсутствием болевого синдрома. Повреждение вращательной манжеты или бугорков плечевой кости, степень метафизарного дефекта плечевой кости, возраст и сопутствующие заболевания являются важными факторами, которые следует учитывать при планировании хирургического лечения.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Заявленный вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Все авторы прочли и одобрили финальную версию рукописи статьи. Все авторы согласны нести ответственность за все аспекты работы, чтобы обеспечить надлежащее рассмотрение и решение всех возможных вопросов, связанных с корректностью и надежностью любой части работы.

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

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

Этическая экспертиза. Не применима.

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

DISCLAIMERS

Author contribution

All authors made equal contributions to the study and the publication.

All authors have read and approved the final version of the manuscript of the article. All authors agree to bear responsibility for all aspects of the study to ensure proper consideration and resolution of all possible issues related to the correctness and reliability of any part of the work.

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

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]

- Court-Brown C. M., Garg A., McQueen M.M. The epidemiology of proximal humeral fractures. *Acta Orthop Scand.* 2001;72(4):365-371. doi: 10.1080/000164701753542023.
- Rangan A., Handoll H., Brealey S., Jefferson L., Keding A., Martin B.C. et al. Surgical vs nonsurgical treatment of adults with displaced fractures of the proximal humerus: the PROFHER randomized clinical trial. *JAMA.* 2015;313(10):1037-1047. doi: 10.1001/jama.2015.1629.
- Giannoudis P.V., Schneider E. Principles of fixation of osteoporotic fractures. *J Bone Joint Surg Br.* 2006;88(10):1272-1278. doi: 10.1302/0301-620X.88B10.17683.
- Seyfettinoğlu F., Oğur H.U., Tuhanoğlu Ü., Çiçek H., Kapukaya A. Management of AO type 12C humerus proximal metadiaphyseal fractures with minimally invasive plate osteosynthesis in geriatric patients. *Clin Interv Aging.* 2018;13:1003-1010. doi: 10.2147/CIA.S162356.
- James I.B., Farrell D.J., Evans A.R., Siska P.A., Tarkin I.S. Open reconstruction of complex proximal metadiaphyseal fragility fractures of the humerus. *Geriatr Orthop Surg Rehabil.* 2014;5(1):9-13. doi: 10.1177/2151458514520701.
- Arumilli B., Suhm N., Marcel J., Rikli D. Long PHILOS plate fixation in a series of humeral fractures. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2014;24(8):1383-1387. doi: 10.1007/s00590-013-1324-9.
- Egol K.A., Kubiak E.N., Fulkerson E., Kummer F.J., Koval K.J. Biomechanics of locked plates and screws. *J Orthop Trauma.* 2004;18(8):488-493. doi: 10.1097/00005131-200409000-00003.
- Strauss E.J., Schwarzkopf R., Kummer F., Egol K.A. The current status of locked plating: the good, the bad, and the ugly. *J Orthop Trauma.* 2008;22(7):479-486. doi: 10.1097/BOT.0b013e31817996d6.
- Konrad G., Bayer J., Hepp P., Voigt C., Oestern H., Käb M. et al. Open reduction and internal fixation of proximal humeral fractures with use of the locking proximal humerus plate. Surgical technique. *Bone Joint Surg Am.* 2010;92 Suppl 1 Pt 1:85-95. doi: 10.2106/JBJS.I.01462.
- Brunner F., Sommer C., Bahrs C., Heuwinkel R., Hafner C., Rillmann P. et al. Open reduction and internal fixation of proximal humerus fractures using a proximal humeral locked plate: a prospective multicenter analysis. *J Orthop Trauma.* 2009;23(3):163-172. doi: 10.1097/BOT.0b013e3181920e5b.
- Solberg B.D., Moon C.N., Franco D.P., Paiement G.D. Locked plating of 3- and 4-part proximal humerus fractures in older patients: the effect of initial fracture pattern on outcome. *J Orthop Trauma.* 2009;23(2):113-119. doi: 10.1097/BOT.0b013e31819344bf.

12. Björkenheim J.-M., Pajarinen J., Savolainen V. Internal fixation of proximal humeral fractures with a locking compression plate: a retrospective evaluation of 72 patients followed for a minimum of 1 year. *Acta Orthop Scand.* 2004;75(6):741-745. doi: 10.1080/00016470410004120.
13. Kettler M., Biberthaler P., Braunstein V., Zeiler C., Kroetz M., Mutschler W. [Treatment of proximal humeral fractures with the PHILOS angular stable plate. Presentation of 225 cases of dislocated fractures]. *Unfallchirurg.* 2006;109(12):1032-1040. (In German). doi: 10.1007/s00113-006-1165-7.
14. Mückter H., Herzog L., Becker M., Vogel W., Meeder P.J., Buchholz J. [Angle- and rotation-stable internal fixation of proximal humerus fractures with the humerus fixator plate. Early clinical experience with a newly developed implant]. *Chirurg.* 2001;72(11):1327-1335. (In German). doi: 10.1007/s001040170039.
15. Boileau P., Chuinard C., Le Huec J.-C., Walch G., Trojani C. Proximal humerus fracture sequelae: impact of a new radiographic classification on arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2006;442:121-130. doi: 10.1097/01.blo.0000195679.87258.6e.
16. Schliemann B., Theisen C., Kösters C., Raschke M.J., Weimann A. Reverse total shoulder arthroplasty for type I fracture sequelae after internal fixation of proximal humerus fractures. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2017;137(12):1677-1683. doi: 10.1007/s00402-017-2789-5.
17. Grubhofer F., Wieser K., Meyer D.C., Catanzaro S., Schürholz K., Gerber C. Reverse total shoulder arthroplasty for failed open reduction and internal fixation of fractures of the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg.* 2017;26(1):92-100. doi: 10.1016/j.jse.2016.05.020.
18. Dezfuli B., King J.J., Farmer K.W., Struk A.M., Wright T.W. Outcomes of reverse total shoulder arthroplasty as primary versus revision procedure for proximal humerus fractures. *J Shoulder Elbow Surg.* 2016;25(7):1133-1137. doi: 10.1016/j.jse.2015.12.002.
19. Sebastia-Forcada E., Lizaur-Utrilla A., Cebrian-Gomez R., Miralles-Muñoz F.A., Lopez-Prats F.A. Outcomes of reverse total shoulder arthroplasty for proximal humeral fractures: primary arthroplasty versus secondary arthroplasty after failed proximal humeral locking plate fixation. *J Orthop Trauma.* 2017;31(8):236-240. doi: 10.1097/BOT.0000000000000858.
20. Shannon S.F., Wagner E.R., Houdek M.T., Cross W.W. 3rd, Sánchez-Sotelo J. Reverse shoulder arthroplasty for proximal humeral fractures: outcomes comparing primary reverse arthroplasty for fracture versus reverse arthroplasty after failed osteosynthesis. *J Shoulder Elbow Surg.* 2016;25(10):1655-1660. doi: 10.1016/j.jse.2016.02.012.
21. Antuña S.A., Sperling J.W., Cofield R.H. Shoulder hemiarthroplasty for acute fractures of the proximal humerus: a minimum five-year follow-up. *J Shoulder Elbow Surg.* 2008;17(2):202-209. doi: 10.1016/j.jse.2007.06.025.
22. Hackett D.J. Jr., Hsu J.E., Matsen F.A. 3rd. Primary Shoulder Hemiarthroplasty: What Can Be Learned From 359 Cases That Were Surgically Revised? *Clin Orthop Relat Res.* 2018;476(5):1031-1040. doi: 10.1007/s11999.000000000000167.
23. Раджабов М.О., Алексанян М.М., Кочемасов В.М., Никольский И.Н. Первичное эндопротезирование плечевого сустава при тяжелых повреждениях проксимального отдела плечевой кости. *Журнал имени Н.В. Склифосовского «Неотложная медицинская помощь».* 2017;6(2):154-157. doi: 10.23934/2223-9022-2017-6-2-154-157.
- Radzhabov M.O., Alexanyan M.M., Kochemasov V.M., Nikolsky I.N. [Primary shoulder-joint arthroplasty in patients with severe injuries of proximal humerus]. *Zhurnal imeni N.V. Sklifosovskogo «Neotlozhnaya meditsinskaya pomoshch'»* [Russian Sklifosovsky Journal of "Emergency Medical Care"]. 2017;6(2):154-157. doi: 10.23934/2223-9022-2017-6-2-154-157.
24. Boons H.W., Goosen J.H., van Grinsven S., van Susante J.L., van Loon C.J. Hemiarthroplasty for humeral four-part fractures for patients 65 years and older: a randomized controlled trial. *Clin Orthop Relat Res.* 2012;470(12):3483-3491. doi: 10.1007/s11999-012-2531-0.
25. Austin D.C., Torchia M.T., Cozzolino N.H., Jacobowitz L.E., Bell J.E. Decreased Reoperations and Improved Outcomes With Reverse Total Shoulder Arthroplasty in Comparison to Hemiarthroplasty for Geriatric Proximal Humerus Fractures: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Orthop Trauma.* 2019;33(1):49-57. doi: 10.1097/BOT.0000000000001321.
26. Gallinet D., Ohl X., Decroocq L., Dib C., Valenti P, Boileau P. Is reverse total shoulder arthroplasty more effective than hemiarthroplasty for treating displaced proximal humerus fractures in older adults? A systematic review and meta-analysis. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2018;104(6):759-766. doi: 10.1016/j.otsr.2018.04.025.
27. Greiner S., Uschok M., Herrmann S., Gwinner C., Perka C., Scheibel M. The metaphyseal bone defect predicts outcome in reverse shoulder arthroplasty for proximal humerus fracture sequelae. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2014;134(6):755-764. doi: 10.1007/s00402-014-1980-1.

Сведения об авторах

✉ Логвинов Алексей Николаевич — канд. мед. наук
 Адрес: Россия, 129110, г. Москва, Орловский пер., д. 7
<https://orcid.org/0000-0003-3235-5407>
 e-mail: logvinov09@gmail.com

Фролов Александр Владимирович — канд. мед. наук
<https://orcid.org/0000-0002-2973-8303>
 e-mail: a.frolov1980@gmail.com

Authors' information

✉ Aleksey N. Logvinov — Cand. Sci. (Med.)
 Address: 7, Orlovskii str., Moscow, 129110, Russia
<https://orcid.org/0000-0003-3235-5407>
 e-mail: logvinov09@gmail.com

Aleksandr V. Frolov — Cand. Sci. (Med.)
<https://orcid.org/0000-0002-2973-8303>
 e-mail: a.frolov1980@gmail.com

Бурцев Михаил Евгеньевич — канд. мед. наук
<https://orcid.org/0000-0003-1614-1695>
e-mail: mburtsev@emcmos.ru

Майсигов Муса Назирович — канд. мед. наук
<https://orcid.org/0000-0002-2096-5876>
e-mail: mmaysigov@emcmos.ru

Ольчев Александр Александрович
<https://orcid.org/0000-0001-5081-8319>
e-mail: olchevshoulder@gmail.com

Каданцев Павел Михайлович
<https://orcid.org/0000-0002-8027-3898>
e-mail: pkadantsev@emcmos.ru

Королев Андрей Вадимович — д-р мед. наук, профессор
<https://orcid.org/0000-0002-8769-9963>
e-mail: akorolev@emcmos.ru

Mikhail E. Burtsev — Cand. Sci. (Med.)
<https://orcid.org/0000-0003-1614-1695>
e-mail: mburtsev@emcmos.ru

Musa N. Maysigov
<https://orcid.org/0000-0002-2096-5876>
e-mail: mmaysigov@emcmos.ru

Aleksandr A. Olchev
<https://orcid.org/0000-0001-5081-8319>
e-mail: olchevshoulder@gmail.com

Pavel M. Kadantsev
<https://orcid.org/0000-0002-8027-3898>
e-mail: pkadantsev@emcmos.ru

Andrey V. Korolev — Dr. Sci. (Med.), Professor
<https://orcid.org/0000-0002-8769-9963>
e-mail: akorolev@emcmos.ru



Хирургическая коррекция положения предплечья у детей с врожденным радиоульнарным синостозом: систематический обзор литературы

Ю.А. Федорова, С.В. Виссарионов, Я.Н. Проценко, С.А. Геворгиз, Е.А. Захарьян

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

Актуальность. Врожденный радиоульнарный синостоз (ВРУС), будучи редкой аномалией развития, может оказывать существенное негативное влияние на функцию верхней конечности, затруднять самообслуживание. Основная задача хирургического лечения — коррекция положения предплечья с целью расширения функциональных возможностей.

Цель — анализ данных литературы о хирургических методах коррекции пронационной деформации предплечья у детей с врожденным радиоульнарным синостозом.

Материал и методы. Поиск публикаций выполнен в базах данных eLIBRARY, PubMed (MEDLINE), Ovid, ScienceDirect, Google Scholar. Проанализированы сроки консолидации костей предплечья, возраст хирургического лечения, показания к операции, целевое функциональное положение предплечья, частота невровазкулярных осложнений в зависимости от варианта операции.

Результаты. Большинство авторов рекомендовано выполнение хирургического вмешательства при наличии субъективных жалоб, некоторые исследователи рекомендуют учитывать степень гиперпронационного положения предплечья. Медиана возраста хирургического лечения составила 5,17 лет (3,25–9,46). Медианы рекомендуемых целевых функциональных положений при одностороннем ВРУС составили для доминантной конечности 0–10° пронации, для субдоминантной — 0–12,5° супинации; при двустороннем поражении — 0–17,5° пронации для доминантной и 0–12° супинации для субдоминантной конечностей. Медианы сроков консолидации зон остеотомии варьируют от 6 до 8 нед. Максимальные сроки консолидации костей предплечья в группе остеотомий через зону синостоза статистически значимо ($p = 0,024$) выше в сравнении с группой остеотомий обеих костей предплечья. Несмотря на то, что целевое положение предплечья достигнуто во всех случаях, количество осложнений в группе проксимальных остеотомий статистически значимо отличалось ($p < 0,01$). Шансы развития невровазкулярных осложнений в 20,5 раз выше в группе пациентов, которым выполняли остеотомию через зону синостоза (95% ДИ: 2,7–155,6).

Заключение. Проблема хирургического лечения детей с ВРУС в мировой медицинской практике, несмотря на широкий спектр предложенных методик, остается актуальной. Разработка алгоритма определения необходимости хирургического лечения и его методики требует дальнейшего проведения исследований высокого качества.

Ключевые слова: врожденный радиоульнарный синостоз, врожденный лучелоктевой синостоз, остеотомия костей предплечья, хирургическое лечение, дети.

Федорова Ю.А., Виссарионов С.В., Проценко Я.Н., Геворгиз С.А., Захарьян Е.А. Хирургическая коррекция положения предплечья у детей с врожденным радиоульнарным синостозом: систематический обзор литературы. *Травматология и ортопедия России*. 2022;28(3):83–96. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-1764>.

✉ Федорова Юлия Андреевна; e-mail: julsigareva@gmail.com

Рукопись получена: 12.04.2022. Рукопись одобрена: 02.06.2022. Статья опубликована онлайн: 29.07.2022.

© Федорова Ю.А., Виссарионов С.В., Проценко Я.Н., Геворгиз С.А., Захарьян Е.А., 2022



Surgical Treatment of Congenital Radioulnar Synostosis in Children: Systematic Review

Yulia A. Fedorova, Sergei V. Vissarionov, Yaroslav N. Proschenko, Sofia A. Gevorgiz, Ekaterina A. Zakharyan

H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, St. Petersburg, Russia

Background. Congenital radioulnar synostosis (CRUS) may have a negative impact on the function of the upper limb and cause disability. The main aim of the surgical treatment is to correct the forearm position for diminishing functional limitations.

The study aimed to analyze the variety of surgical methods for correction of the pronation forearm deformity in children with congenital radioulnar synostosis based on the literature data.

Methods. We have searched publications in eLIBRARY, PubMed (MEDLINE), Ovid, ScienceDirect, Google Scholar databases. The analysis has included the age at surgery, indications for surgery, the target functional forearm position, the time of consolidation of the forearm bones, the frequency of neurovascular complications.

Results. Most authors considered subjective complaints as the main indication for surgical treatment, while some researchers recommended taking into account the forearm hyperpronation position. The median age of the surgical treatment was 5.17 years (3.25-9.46). The medians of the recommended forearm positions for unilateral CRUS were 0-10° of pronation for the dominant, and 0-12.5° of supination for the non-dominant limb; with bilateral cases – 0-17.5° pronation for the dominant and 0-12° supination for the non-dominant limb. Median of the osteotomy consolidation time varied from 6 to 8 weeks. The maximal time of forearm bone consolidation was significantly higher ($p = 0.024$) in the group with osteotomies through the synostosis site. Though the target forearm position was achieved in all cases, the number of complications in the proximal osteotomy group was statistically significantly different ($p < 0.01$). The chances of neurovascular complications were 20.5 times higher in the group of patients who underwent osteotomy through the synostosis (95% CI: 2.7-155.6).

Conclusions. The problem of surgical treatment of children with CRUS in the world medical practice remains relevant despite the wide range of proposed methods. The development of an algorithm regarding the need for surgical treatment and its methodology requires further high-quality research.

Keywords: congenital radioulnar synostosis, derotation, rotation, forearm osteotomy, surgical treatment, children.

Cite as: Fedorova Yu.A., Vissarionov S.V., Proschenko Ya.N., Gevorgiz S.A., Zakharyan E.A. [Surgical Treatment of Congenital Radioulnar Synostosis in Children: Systematic Review]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2022;28(3):83-96. (In Russian). <https://doi.org/10.17816/2311-2905-1764>.

✉ Yulia A. Fedorova; e-mail: julsigareva@gmail.com

Submitted: 12.04.2022. Accepted: 02.06.2022. Published Online: 29.07.2022.

© Fedorova Yu.A., Vissarionov S.V., Proschenko Ya.N., Gevorgiz S.A., Zakharyan E.A., 2022

ВВЕДЕНИЕ

Врожденный радиоульнарный синостоз (ВРУС) — редкая аномалия развития верхней конечности, возникающая на ранних этапах эмбриогенеза в результате нарушения дифференцировки из общего перихондрия проксимальных отделов лучевой и локтевой костей [1]. Несмотря на то, что в литературе описан единственный клинический случай идиопатического дистального лучелоктевого синостоза [2], авторы предполагают, что этиология данного состояния отличается.

Частота встречаемости ВРУС в некоторых регионах европейской части России составляет 0,47–1,29 на 100 000 населения [3]. Мировая статистика данного заболевания неизвестна.

Несмотря на относительно невысокую частоту встречаемости, эта аномалия оказывает существенное влияние на функцию верхней конечности, особенно в случаях тяжелой пронационной деформации и при двустороннем поражении. Имеющаяся врожденная патология значительно затрудняет самообслуживание ребенка: прием пищи, удерживание предметов и гигиенические процедуры, что обусловлено отсутствием или резким ограничением возможности позиционирования кисти в положении супинации. Следует отметить, что данная патология манифестирует и становится выраженной с приобретением ребенком сложных мануальных навыков [4]. Данные ограничения становятся наиболее очевидны с трехлетнего возраста [1]. Однако аномалия может остаться незамеченной вплоть до подросткового возраста или даже у взрослого, особенно при одностороннем поражении, небольшом по протяженности синостозе и положении предплечья, близком к среднефизиологическому [5].

В литературе имеется ряд исследований, посвященных попыткам восстановления активных ротационных движений у пациентов с ВРУС [6, 7, 8, 9, 10]. Основной задачей оперативного лечения остается коррекция положения предплечья с целью расширения функциональных возможностей верхней конечности.

На сегодняшний день описано более 20 различных вариантов хирургической коррекции гиперпронационного положения предплечья у детей с ВРУС, однако по-прежнему остаются обсуждаемыми вопросы об оптимальном возрасте оперативного вмешательства, показаниях к нему, оптимальном и безопасном варианте деротационной остеотомии, а также об альтернативных вариантах хирургического лечения, направленных на восстановление активных ротационных движений предплечья.

Целью настоящей работы стал анализ данных литературы о хирургических методах коррекции пронационной деформации предплечья у детей с врожденным радиоульнарным синостозом.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Поиск и отбор публикаций

Данный систематический обзор выполнен в соответствии с международными требованиями PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Поиск литературных источников осуществлялся независимо двумя исследователями (Ф.Ю.А. и Г.С.А.) в электронных базах данных eLIBRARY, PubMed (MEDLINE), Ovid, ScienceDirect, Google Scholar с использованием комбинаций операторов OR, AND и ключевых слов для англоязычных источников: congenital radioulnar synostosis, derotation, rotation, osteotomy, surgical treatment, child; для русскоязычных баз данных: врожденный радиоульнарный синостоз, врожденный лучелоктевой синостоз, остеотомия, ребенок. Запрос для поиска в базе данных PubMed (MEDLINE) включал следующие ключевые слова: (congenital AND radioulnar AND synostosis) AND (surgical treatment OR derotation OR osteotomy) AND (child) NOT (trauma). Ретроспективно поиск не был ограничен, дата последнего запроса — 31 января 2022 г.

Критериями включения в работу являлись:

- 1) серии случаев с количеством более 3 пациентов;
- 2) возраст пациентов на момент хирургического лечения менее 18 лет;
- 3) применение хирургических методик коррекции гиперпронационного положения предплечья у детей с ВРУС.

В связи с небольшим числом аналитических исследований и преобладанием описаний клинических наблюдений для анализа были включены работы с неполным представлением данных.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Первоначальный поиск выявил 365 источников. После исключения дублирующих работ, тезисов конференций, глав книг, комментариев для скрининга было отобрано 283 исследования. После анализа заголовков и абстрактов статей, проверки на соответствие критериям включения непосредственно поставленной цели работы соответствовали 26 статей. Дизайн статей представлял собой описание серий клинических наблюдений, за исключением когортного исследования J.H. Hwang с соавторами [11]. Процесс отбора исследований более подробно представлен на рисунке 1.

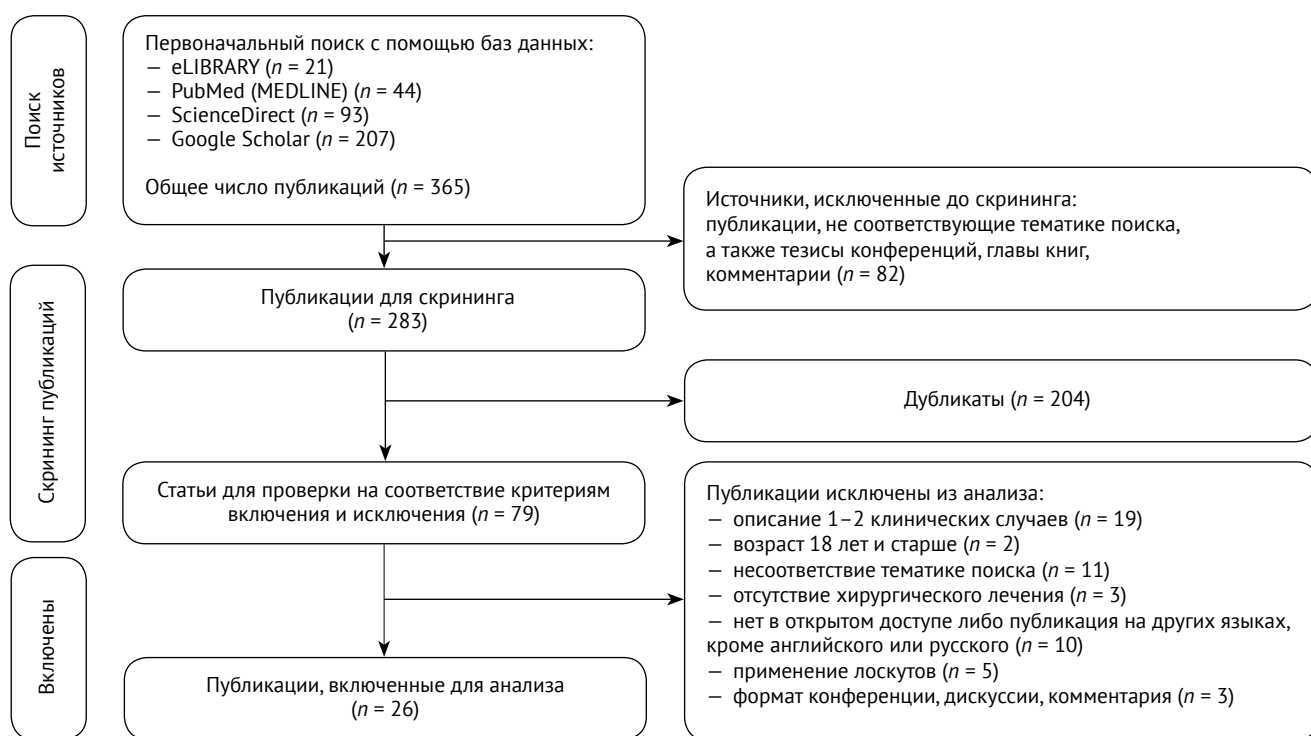


Рис. 1. Блок-схема отбора публикаций
Fig. 1. Flowchart of the study

Автор, год	Шкала Coleman	CEBM	JBIR
Simmons BP с соавт. (1983) [42]	29	IV	■■■■■
Ogino T и Hikino K (1987) [38]	29	IV	■■■■■
Lin NH с соавт. (1995) [31]	35	IV	■■■■■
Castello JR с соавт. (1996) [36]	35	IV	■■■■■
Yammine K с соавт. (1998) [28]	34	IV	■■■■■
Farzan M с соавт. (2002) [46]	36	IV	■■■■■
Murase T с соавт. (2003) [32]	27	IV	■■■■■
Fujimoto с соавт. (2005) [27]	29	IV	■■■■■
Ramachandran M с соавт. (2005) [29]	29	IV	■■■■■
El-Adl W (2007) [16]	30	IV	■■■■■
Hung NN (2008) [30]	44	IV	■■■■■
Rubin G с соавт. (2013) [25]	35	IV	■■■■■
Horii E с соавт. (2014) [12]	36	IV	■■■■■
Shingade VU с соавт. (2014) [33]	48	IV	■■■■■
Hwang JH с соавт. (2015) [11]	38	IV	■■■■■
Ahmad I с соавт. (2015) [34]	42	IV	■■■■■
Simcock X с соавт. (2015) [41]	32	IV	■■■■■
Bishay SNG (2016) [14]	34	IV	■■■■■
Прокопович Е.В. с соавт. (2016) [23]	41	IV	■■■■■
Кожевников О.В. С соавт. (2017) [35]	34	IV	■■■■■
Satake H с соавт. (2018) [13]	48	IV	■■■■■
Pasupathy V с соавт. (2018) [39]	31	IV	■■■■■
Mohammed TC с соавт. (2019) [37]	27	IV	■■■■■
Pei X и Han J (2019) [40]	59	IV	■■■■■
Zhang ZQ с соавт. (2021) [43]	32	V	■■■■■
Cai H и Wang Z (2021) [15]	46	IV	■■■■■

■ Соответствие критериям
 ■ Несоответствие критериям
 ■ Сомнительно
 ■ Невозможно оценить

Риск систематической ошибки

Оценку методологического качества отобранных исследований проводили в соответствии с критериями CEBM (Oxford Center for Evidence-Based Medicine) для определения уровня исследования. Для оценки качества описания серий клинических случаев применяли инструмент критической оценки исследований JBI (Joanna Briggs Institute Critical Appraisal tools) и модифицированной шкалы Coleman (Modified Coleman Methodology Score). В связи с тем, что подавляющее число исследований представляет собой описание серий клинических случаев, оценка по шкале Newcastle-Ottawa не проводилась. Результаты оценки представлены на рисунке 2.

Статистический анализ

Выполнен анализ извлеченных количественных данных (возраст на момент операции, срок консолидации костей в зоне остеотомии, целевое функциональное положение предплечья) с помощью методов описательной статистики после предварительной проверки на нормальность распределения по критерию Шапиро – Уилка. В дескриптивной

Рис. 2. Результаты оценки качества включенных в анализ исследований

Fig. 2. Results of the quality assessment of the included studies

части использовали медиану (Me) и межквартильный размах (Interquartile range — IQR) в связи с отличающимся от нормального распределением данных. Для оценки частоты нейроваскулярных осложнений применен анализ четырехпольных таблиц. Результаты представлены отношением шансов. Сила связи между номинальными признаками оценена по значению V Крамера. Сравнение сроков консолидации при различных вариантах остеотомий выполнено при помощи U-критерия Манна–Уитни. Статистическая обработка осуществлена в программе IBM SPSS Statistics 26.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Варианты хирургического вмешательства

Методы хирургического лечения пациентов с ВРУС можно разделить на две основные группы:

- операции, целью которых являлось придание предплечью функционально выгодного положения (варианты деротационных остеотомий) [12, 13, 14, 15, 16];

- операции, целью которых являлась попытка улучшить ротационные движения посредством резекции зоны синостоза с интерпозицией биологических или синтетических материалов либо без таковой [7, 8, 17, 18].

Исторически хирургическое разделение зоны синостоза и реконструктивные техники с попыткой восстановления ротационных движений представлялись идеальным вариантом лечения, однако конечные результаты, по данным большинства исследований, не были удовлетворительными.

Уже в 1912 г. H.G. Dawson задавался вопросом: «Будет ли возможно восстановление ротационных движений при разделении зоны костного сращения?» [19]. Рецидив синостоза в течение 18 мес. после попыток разделения отметили ряд исследователей [20, 21, 22, 23]. В 1998 г. F. Kanaya, K. Ibaraki предложили заполнять зону резекции синостоза кровоснабжаемым жировым трансплантатом. В данном исследовании в течение 3,7 лет наблюдения ни у одного из 7 пациентов не наступил рецидив, и у всех сохранялась ротационная функция [8]. В 2016 г. были проанализированы 10-летние отдаленные результаты этой методики, которые выявили снижение амплитуды ротационных движений, в большей степени супинации, скорость угасания ротации составила около 16° в год [9]. S. Sakamoto с соавторами в 2013 г. проанализировали результаты лечения 14 пациентов по методике Kanaya с периодом наблюдения в среднем 58 мес. Несмотря на то, что не было рецидива синостоза, ротационные движения имели тенденцию к угасанию [10]. В 2020 г. Y. Dong с соавторами ретроспективно исследовали эффективность

размещения в зону резекции лучевой кости кровоснабжаемого лоскута на крупной выборке (36 пациентов). Авторы утверждали об улучшении ротационной функции с достижением пронации 30,1° (15–45°), супинации — 22,6° (10–40°) [6].

Следует учитывать, что более половины случаев ВРУС относятся к III типу по классификации Cleary — Omer, то есть сопровождаются дугообразной деформацией лучевой кости, гипоплазией головки лучевой кости. Следовательно, восстановлению ротационной функции предплечья может препятствовать патологическая форма костных структур. S. Sakamoto с соавторами делали акцент на том, что в их исследовании меньшую амплитуду ротации удалось достичь у пациентов с большей дугообразной деформацией лучевой кости [10].

Таким образом, несмотря на хорошие ближайшие результаты попыток восстановления ротационной функции предплечья, описан либо недостаточно длительный период наблюдения, либо отмечено постепенное угасание ротации.

Ведущими методами хирургического лечения ВРУС на настоящий момент остаются именно варианты деротационных остеотомий с выведением предплечья в функционально выгодное положение [24]. Условно их можно разделить следующим образом:

- операции с постепенной коррекцией пронационной деформации при помощи аппаратов внешней фиксации [25, 26];

- операции, заключающиеся в выполнении одноуровневой остеотомии лучевой кости [12, 13, 23, 27];

- операции, сопровождающиеся остеотомией обеих костей предплечья на разных уровнях [11, 14, 15, 28, 29, 30, 31, 32, 33];

- операции, заключающиеся в проведении остеотомии через зону синостоза [34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43].

Большинством авторов рекомендовано выполнение хирургического вмешательства исключительно при наличии субъективных жалоб пациента на ограничение повседневной активности [4, 11, 33, 43, 44]. Некоторые исследователи рекомендуют учитывать выраженность и величину гиперпронационного положения предплечья [28, 42]. При выборе тактики лечения пациента и показаниях к хирургическому лечению необходимо помнить, что потребность в сложных мануальных навыках и развитие мелкой моторики увеличиваются с возрастом ребенка. У детей младшего возраста даже тяжелые пронационные деформации могут не вызывать затруднений в обеспечении функции самообслуживания. Сравнение показаний к хирургическому лечению представлено в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительная характеристика показаний к хирургическому лечению ВРУС

Источник	Уровень остеотомии	Показания к операции	Целевое функциональное положение предплечья
Green W.T., Mital M.A. [45]	Через зону синостоза	Нет информации	При двустороннем ВРУС 30–45° пронации для доминантной конечности, 20–55° супинации для субдоминантной. При одностороннем ВРУС 10–20° супинации
Simmons B.P. с соавторами [42]	Через зону синостоза; лучевая кость дистально	Положение предплечья $\geq 60^\circ$ пронации — абсолютное показание, 15–60° — относительное показание при наличии субъективных жалоб, $\leq 15^\circ$ — не вызывает функциональных ограничений	При одностороннем ВРУС 15° пронации, нецелесообразно позиционировать кисть в положении супинации. При двустороннем ВРУС 10–20° пронации для доминантной, нейтральное для субдоминантной либо с учетом пожеланий пациента
Ogino T., Nhkino K. [38]	Через зону синостоза	Функциональные ограничения, наличие субъективных жалоб. Нет указаний на степень пронационного положения предплечья в градусах	При одностороннем ВРУС 0–20° супинации. При двустороннем ВРУС 0–20° пронации для доминантной конечности и 0–20° супинации для субдоминантной
Lin H.H. с соавторами [31]	Локтевая кость — проксимально, лучевая — дистально	Функциональные ограничения, наличие субъективных жалоб. Односторонняя пронационная деформация $\geq 60^\circ$ субдоминантной конечности	20–30° пронации для доминантной конечности, 0–20° супинации для субдоминантной
Castello J.R. с соавторами [36]	Через зону синостоза	Положение предплечья $\geq 60^\circ$ пронации с наличием жалоб — абсолютное показание, 30–60° — относительно показание при наличии жалоб	0–15° пронации
Yammine K. с соавторами [28]	Диафизы локтевой и лучевой костей	Положение предплечья $>90^\circ$ либо ограничение повседневной активности при двустороннем ВРУС без указания степени пронационного положения предплечья в градусах	20° пронации
Farzan M. с соавторами [46]	Локтевая кость проксимально	Гиперпронационное положение предплечья без указания градусов и двустороннее поражение с функциональными ограничениями. При отсутствии затруднений в повседневной активности хирургическое лечение не показано	15° супинации
Murase T. с соавторами [32]	Локтевая кость — проксимально, лучевая — дистально	Функциональные ограничения, наличие субъективных жалоб. Нет указаний на степень пронационного положения предплечья в градусах	0–30° пронации для доминантной конечности, 0° для субдоминантной
Fujimoto M. с соавторами [27]	Диафиз лучевой кости	Нет информации	10° пронации для доминантной, 0° для субдоминантной
Ramachandran M. с соавторами [29]	Локтевая кость в средней трети, лучевая — дистально	Наличие субъективных жалоб, затруднение самообслуживания и повседневной активности с учетом тяжести пронационной деформации без указания степени в градусах	10° супинации
El-Adl W. [16]	Локтевая кость — проксимально, лучевая — дистально	Функциональные ограничения, наличие субъективных жалоб. Нет указаний на степень пронационного положения предплечья в градусах	30° пронации для доминантной, 20° супинации для субдоминантной
Hung N.N. [30]	Локтевая кость — дистально, лучевая — проксимально	Наличие субъективных жалоб, затруднение самообслуживания и повседневной активности	0–30° пронации для доминантной, нейтральное для субдоминантной с достижением 70–100% коррекции исходной деформации
Rubin G. с соавторами [25]	Через зону синостоза	Двустороннее поражение с положением предплечий $\geq 90^\circ$ пронации	0–30° супинации, причем для субдоминантной конечности более супинированное

Ногги Е. с соавторами [12]	Диафиз лучевой кости	Положение предплечья $\leq 50^\circ$ пронации не требует хирургической коррекции	Нейтральное без уточнения градусов
Shingade V.U. с соавторами [33]	Локтевая кость — проксимально, лучевая — дистально	Наличие субъективных жалоб, объективного функционального ограничения по шкале Failla с соавторами либо Jebsen – Taylor вне зависимости от тяжести гиперпронационного положения	20–30° супинации
Hwang J.H. с соавторами [11]	Локтевая кость — проксимально, лучевая — дистально	Наличие субъективных жалоб, затруднение самообслуживания и повседневной активности	0–30° супинации
Ahmad I. с соавторами [34]	Через зону синостоза	Функциональные ограничения, наличие субъективных жалоб, деформация $>60^\circ$ с учетом одно- либо двустороннего поражения	10–20° супинации
Simcock X. с соавторами [41]	Через зону синостоза	Положение предплечья $>60^\circ$ с существенным ограничением повседневной активности	10–20° пронации
Bishay S.N.G. [14]	Локтевая кость — проксимально, лучевая — дистально	Нет информации	20–30° пронации для доминантной конечности, 20° супинации — для субдоминантной
Прокопович Е.В. с соавторами [23]	Лучевая кость проксимально	Положение предплечья $>60^\circ$ пронации	0–10° пронации
Коженников О.В., Кралина С.Э. [35]	Через зону синостоза	Функциональные ограничения без подробного описания	Среднефизиологическое без уточнения градусов
Satake H. с соавторами [13]	Диафиз лучевой кости	Положение предплечья $\geq 60^\circ$ пронации	Положение, позволяющее осуществить 90° супинации кисти с учетом компенсаторной ротации на уровне лучезапястного сустава
Rasurathy V. с соавторами [39]	Через зону синостоза и на двух уровнях	Двустороннее поражение с тяжелой гиперпронацией без указания градусов, в остальных случаях решение о хирургическом лечении принимается индивидуально	15–25° супинации
Mohammed T.C. с соавторами [37]	Через зону синостоза	Положение предплечья $\geq 60^\circ$ пронации при одностороннем поражении с наличием жалоб, двусторонний ВРУС вне зависимости от степени пронационного положения в градусах	0–30° пронации
Pei X., Han J. [40]	Через зону синостоза	Положение предплечья $\geq 55^\circ$ пронации, ≤ 10 баллов по шкале Failla с соавторами	10° пронации — 20° супинации
Zhang Z.Q. с соавторами [43]	Через зону синостоза	Наличие субъективных жалоб, затруднение самообслуживания и повседневной активности	Нет информации
Cai H., Wang Z. [15]	Локтевая кость — проксимально, лучевая — дистально	Положение предплечья $>60^\circ$ пронации, <8 баллов по шкале ADL (Activity of Daily Living)	20° пронации для доминантной конечности, нейтральное — для субдоминантной без уточнения градусов

Оптимальный возраст для хирургического лечения

Единое мнение относительно оптимального возраста для выполнения оперативного вмешательства, по данным литературы, в настоящий момент не сформировано. Начинать хирургическое лечение рекомендуют не ранее двухлетнего возраста [47]. Самый младший возраст осуществления операции ребенку с ВРУС составил

1,5 года [35]. Установлено, что проведение хирургического лечения в возрасте старше 7 лет ассоциировано с высоким риском и большей частотой возникновения невровазкулярных осложнений по сравнению с пациентами, которым операцию проводили в раннем возрасте [24]. По результатам анализа извлеченных данных медиана возраста хирургического лечения составила 5,17 лет (3,25–9,46) (табл. 2).

Таблица 2

Результаты анализа извлеченных количественных данных из источников литературы, Me [IQR]

Извлеченные данные		Минимальный	Средний	Максимальный	
Возраст на момент операции, полных лет		3,25 [2,20–4,00]	5,17 [4,74–6,90]	9,46 [8,25–13,00]	
Срок консолидации, нед.		6,0 [5,5–7,0]	7,0 [6,0–8,0]	8,0 [9,0–14,0]	
Целевое положение предплечья, град.	Односторонний ВРУС	Доминантная конечность	0 [-20,0...12,5]	–	10,0 [-5,0...25,0]
		Субдоминантная конечность	-12,5 [-20,0...0,0]	–	0 [-10,0...10,0]
	Двусторонний ВРУС	Доминантная конечность	0 [-17,5...15,0]	–	17,5 [0,0...30,0]
		Субдоминантная конечность	-12,5 [-20,0...0,0]	–	0 [-12,5...5,0]

Суфинационное положение представлено отрицательными значениями.

Оценка функции верхней конечности

Анализ функциональных результатов хирургического лечения с использованием объективных шкал проводился лишь в 23% публикаций (6 работ из 26), включенных в анализ. Объективные шкалы для оценки функции верхней конечности стали применять с 2005 г., среди них — ADL (Activity of Daily Living) [13, 15, 27, 33], qDASH [13], Failla с соавторами [33, 40], Jebsen – Taylor [33], Liverpool Elbow Score [11]. Еще в 9 (35%) работах авторы либо предлагают собственную шкалу без ее подробного описания, либо оценивают субъективную удовлетворенность пациентов результатом хирургического лечения. Наиболее полная оценка функции верхних конечностей описана в работе V.U. Shingade с соавторами [33].

Сроки консолидации и вариант фиксации

Предложены различные способы фиксации костей предплечья — от отсутствия внутренней фиксации [12, 16, 26, 27, 31, 33] до наложения аппарата внешней фиксации [25], наиболее распространен остеосинтез спицами Кишнера [14, 23, 29, 30, 32, 34–37, 39, 41, 43]. Дополнительно во всех случаях выполняли иммобилизацию конечности задней гипсовой лонгетой от верхней трети пле-

ча до пястно-фаланговых суставов при сгибании локтевого сустава под углом 90°. J.H. Hwang с соавторами сравнили группы с внутренней фиксацией и с отсутствием таковой, не выявив статистически значимых различий по срокам консолидации, углу коррекции, послеоперационному положению предплечья, величине потери коррекции после операции и функции верхней конечности по Liverpool Elbow Score [11]. Медианы сроков консолидации зон остеотомии варьируют от 6 до 8 нед. (см. табл. 2). При сравнительном анализе минимальных и средних сроков консолидации в группах, которым выполняли остеотомию через зону синостоза и остеотомию обеих костей предплечья, статистически значимые различия выявлены не были (табл. 3).

При сравнении сроков консолидации после различных вариантов остеотомий были установлены статистически значимые различия в максимальных сроках консолидации ($p = 0,024$). Максимальные сроки консолидации в группе остеотомий через зону синостоза были выше в сравнении с группой остеотомий обеих костей предплечья. Различия минимальных и средних сроков консолидации были статистически не значимы.

Результаты сравнительного анализа сроков консолидации при различных вариантах деротационных остеотомий костей предплечья, Me [IQR]

Срок консолидации, нед.	Остеотомия через зону синостоза	Остеотомия обеих костей предплечья на разных уровнях	<i>p</i>
Минимальный	8,0 [5,0–8,6]	6,0 [5,0–6,9]	0,381
Средний	9,4 [7,0–12,0]	6,95 [5,9–7,5]	0,142
Максимальный	12,0 [10,1–16,0]	7,95 [7,0–9,0]	0,024*

* Различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$).

Положение предплечья и безопасный градус коррекции

Оптимальное положение предплечья остается активно обсуждаемым вопросом. J.H. Hwang с соавторами указывают, что положение избыточной супинации может ограничивать повседневную активность ребенка в связи с глобальной компьютеризацией и широким использованием клавиатуры [11]. V.U. Shingade с соавторами придерживаются мнения, что особенности гигиенических процедур паховой области требуют практически полной супинации [33]. Многие авторы, преимущественно из стран Азии, делают акцент на необходимости учета социокультурного окружения — например, прием пищи при помощи палочек требует удержания миски в положении супинации [13, 38, 40]. Рядом исследователей указано, что небольшая супинация может быть хорошо компенсирована за счет отведения плеча [11, 29, 33], в отличие от пронационного положения [12]. Другие авторы делают акцент на необходимости позиционирования субдоминантной конечности в более «супинационном» положении [14, 27, 31, 32, 38, 42]. Результаты исследования X. Pei с соавторами продемонстрировали наивысший балл по функциональной шкале Failla с соавторами у пациентов с положением предплечья 0–20° супинации как для доминантной, так и для субдоминантной конечности [40]. Медианы рекомендуемых целевых функциональных положений при одностороннем ВРУС составили для доминантной конечности 0–10° пронации, для субдоминантной конечности — 0–12,5° супинации; при двустороннем поражении — 0–17,5° пронации для доминантной и 0–12° супинации для субдоминантной конечности (см. табл. 2).

При сравнении частоты невровазкулярных осложнений в зависимости от варианта хирургического вмешательства (через зону синостоза и обеих костей предплечья на разном уровне) были получены статистически значимые различия ($p < 0,01$). Шансы развития невровазкулярных осложнений увеличивались в группе пациентов, которым выполняли остеотомию через зону синостоза,

в 20,5 раз (95% ДИ 2,7–155,6). Между сопоставляемыми признаками отмечалась связь средней силы ($V = 0,235$).

Иные варианты возможных осложнений, а также более подробные характеристики применяемых хирургических вариантов вмешательств описаны в таблице 4.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Многие авторы рекомендуют выполнять оперативное лечение детей с радиоульнарным синостозом до начала обучения в школе, в возрасте 5 лет (3–9 лет).

Недостаточное внимание уделяется объективной оценке функции верхних конечностей при определении показаний к хирургическому лечению с применением балльных шкал и анкет.

Целевое функциональное положение предплечья отличается в зависимости от ведущей конечности и в случае двустороннего поражения, более супинационное предпочтительно для субдоминантной конечности.

Сроки консолидации костей предплечья при различных вариантах остеотомий варьируют от 6 до 8 нед. Статистически значимых различий по минимальным и средним срокам консолидации в группе остеотомий через зону синостоза и остеотомий обеих костей предплечья не выявлено. При этом максимальные сроки консолидации статистически значимо отличаются ($p = 0,024$), составляя в среднем 12 нед. после остеотомии через зону синостоза и 7,95 нед. при остеотомии обеих костей предплечья.

Несмотря на то, что целевое функциональное положение предплечья было достигнуто при всех вариантах операций, остеотомии через зону синостоза, а также проксимальные остеотомии лучевой кости сопровождаются большей частотой невровазкулярных осложнений.

Таким образом, разработка алгоритма принятия решения в отношении необходимости хирургического лечения и его методики остается до конца не решенной задачей и требует дальнейшего исследования.

Таблица 4

Сравнительная характеристика вариантов дерогационных остеотомий

Авторы	Уровень остеотомии	Вариант фиксации	Возраст на момент операции, полных лет	Срок консолидации, нед.	Положение предплечья до операции, град.	Положение после операции, град.	Угол коррекции, град.	Срок наложения, мес.	Осложнения
Simpsons B.P. с соавторами [42]	Через зону синостоза. Лучевая кость дистально	Стержень Штейнманна + спицы/скобы	8 (2,5–17,5)	Нет информации	82 (45–120)	8 пронации	67 (25–90)	150 (12–312)	Нейроциркуляторные 4/20 Инфекционные 1/20 Потеря коррекции 3/20
Ogino T., Hikino K. [38]	Через зону синостоза	Спицы + стержень	7 (4–13)	Нет информации	65,8 (30–110)	4,2 супинации (10 пронации – 20 супинации)	70 (30–110)	>24	Нейроциркуляторные 2/11
Lin H.H. с соавторами [31]	Локтевая кость – проксимально, лучевая – дистально	Без фиксации	4,5 (2,00–14,33)	Нет информации	81,7 (60–90)	20 пронации (30 пронации – 20 супинации)	Нет информации	69 (20–165)	Нет
Castello J.R. с соавторами [36]	Через зону синостоза	Спицы	7,33 (4–9)	Нет информации	80–100	0–15 пронации	В одном случае двухэтапная коррекция в связи с дерогацией на 100 град.	96 (36–120)	Нет
Yammine K. с соавторами [28]	Диафизы локтевой и лучевой костей	Пластина / АВФ	4–12	Нет информации	85 (30–110)	19 пронации (30 супинации – 45 пронации)	66 (40–90)	228,8 (12–264)	Потеря коррекции 3/6 Замедленная консолидация 1/6
Farzan M. с соавторами [46]	Локтевая кость проксимально	Спицы	4,6 (3–6)	Нет информации	113,3 (110–120)	13,3 супинации (10–15)	Нет информации	40 (12–60)	Нейроциркуляторные 1/3
Mirase T. с соавторами [32]	Локтевая кость – проксимально, лучевая – дистально	Спицы	3,9 (2,2–5,0)	7,5 (6,9–7,9)	78 (70–80)	7,5 пронации (0–20)	65 (60–80)	45,8 (14–73)	Потеря коррекции 1/4
Fujimoto M. с соавторами [27]	Диафиз лучевой кости	Без фиксации	4,42 (3,92–4,92)	12,0–20,0	75 (70–85)	2,6 пронации (10 пронации – 10 супинации)	Нет информации	21 (12–36)	Нет
Ramachandran M. с соавторами [29]	Локтевая кость в средней трети, лучевая – дистально	Спицы	4,9 (3,50–8,25)	6,3 (6–9)	68 (40–80)	10 супинации	78 (50–90)	29 (18–43)	Нейроциркуляторные 1/5 Угловая деформация 1/5
El-Adl W. [16]	Локтевая кость – проксимально, лучевая – дистально	Без фиксации	5,5 (3,75–8,25)	5,9 (5–7)	76 (65–85)	25 (20–30) пронации для доминантной, 25 (25–30) супинации для субдоминантной конечности	58,6 (55–110)	26,4 (13–38)	Угловая деформация 3/9
Hung N.N. [30]	Локтевая кость – дистально, лучевая – проксимально	Спицы	6,25 (3,75–9,92)	7,2 (6,6–7,4)	82 для доминантной и 74 для субдоминантной конечности (65–85)	6 пронации для доминантной, 10 пронации для субдоминантной (0–30 пронации)	Нет информации	64 (30–129)	Потеря коррекции 5/34

Rubin G. с соавторами [25]	Через зону синостоза	АВФ	11 (9–13)	9,4 (8,6–10,1)	100 (90–110)	15 супинации (0–30)	60 + 4 град./мес.	99,6 (84–120)	Нейроциркуляторные 2/4 Инфекционные 1/4
Notii E. с соавторами [12]	Диафиз лучевой кости	Без фиксации	5,1 (2,50–8,75)	Нет информации	72 (40–100)	Нейтральное (кроме 2 случаев)	Нет информации	60 (12–132)	Нет
Shingade V.U. с соавторами [33]	Локтевая кость — проксимально, лучевая — дистально	Без фиксации	8,6±5,7	5	56,3±13,7 (30–86)	27,2±4,1 (20–30) супинации	Нет информации	54±13 (36–84)	Замедленная консолидация 1/36
Hwang J.H. с соавторами [11]	Локтевая кость — проксимально, лучевая — дистально	Две группы — с осевой фиксацией спицами и без	7 (4–16)	7 (6–8)	47 (30–65)	27 супинации (25–30)	74 (55–90)	33 (12–72)	Нет
Ahmad I. с соавторами [34]	Через зону синостоза	Спицы	5,16 (3–11)	7 (5–12)	68,75 (45–90)	14,58 супинации (10–20 супинации)	77,91 (45–100)	62,28 (48–132)	Нейроциркуляторные 3/12
Simcock X. с соавторами [41]	Через зону синостоза	Спицы	6,8 (3,0–18,8)	8	85 (60–100)	8 (0–30)	78 (40–95)	46 (6–148)	Нейроциркуляторные 3/26
Bishay S.N.G. [14]	Локтевая кость проксимально, лучевая — дистально	Спицы	5,17 (4,83–6,42)	6,9 (6–8)	70,7 (60–85)	Нет информации	59,8 (30–90)	30,4 (24–36)	Нет
Прокопович Е.В. с соавторами [23]	Лучевая кость проксимально	Спицы, один пациент — пластина	Нет информации	Нет информации	Нет информации	Нет информации	Нет информации	6–120	Нейроциркуляторные — 4 случая (8,9%) Перелом зоны остеосинтеза — 2 случая
Кожевников О.В., Кралина С.Э. [35]	Через зону синостоза	Спицы	1,5–9,0	Нет информации	50–90	Нет информации	45–60	12	Нейроциркуляторные 1/6
Satake H. с соавторами [13]	Диафиз лучевой кости	Без фиксации	4,5–10,0	6	51,3 (30–90)	4 супинации (20 пронации — 30 супинации)	55 (30–90)	163,2 (120,0–230,4)	Нет
Rasurathy B. с соавторами [39]	Через зону синостоза и на двух уровнях	Спицы	3,8 (2–9)	Нет информации	72,25 (55–85)	22 супинации (12–35)	Нет информации	26,4 (7–48)	Инфекционные 1/20
Mohammed T.C. с соавторами [37]	Через зону синостоза	Спицы	5 (3–9)	12 (8–16)	62 (45–85)	0–30 пронации	54 (30–75)	Нет информации	Нейроциркуляторные 1/10
Pei X., Han J. [40]	Через зону синостоза	Пластина	4,87±5,06 (2–13)	8	62,92±7,11 (55–80)	7,94±7,25 супинации	70,86±9,58 (50–90)	55,19±27,10 (24–123)	Нейроциркуляторные 4/31
Zhang Z.Q. с соавторами [43]	Через зону синостоза	Спицы	5,2 (4,3–6,0)	5	98 (95–100)	Нет информации	60 (фиксированное значение)	Нет информации	Нет
Cai H., Wang Z. [15]	Локтевая кость — проксимально, лучевая — дистально	Без фиксации	6,25 (4–9)	8	75,31 (45–90)	15 пронации	Нет информации	27,4 (24–36)	Нет

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**Заявленный вклад авторов**

Федорова Ю.А. — концепция и дизайн исследования, сбор, анализ и интерпретация материала, написание текста статьи.

Виссарионов С.В. — дизайн исследования, интерпретация полученных данных, подготовка и редактирование текста.

Проценко Я.Н. — анализ и интерпретация полученных данных, написание и редактирование текста.

Геворгиз С.А. — сбор и обработка материала, написание текста.

Захарьян Е.А. — интерпретация полученных данных, редактирование текста.

Все авторы прочли и одобрили финальную версию рукописи статьи. Все авторы согласны нести ответственность за все аспекты работы, чтобы обеспечить надлежащее рассмотрение и решение всех возможных вопросов, связанных с корректностью и надежностью любой части работы.

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

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

Этическая экспертиза. Не применима.

Информированное согласие на публикацию. Не требуется.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

- Bhatt C.R., Mehta C.D. Case report: Congenital radioulnar synostosis and its embryological correlation and functional assessment. *J Anatomical Society of India*. 2011;60(2):236-238. doi: 10.1016/S0003-2778(11)80035-3.
- Shoham Y., Gurfinkel R., Sagi A. Idiopathic distal radioulnar synostosis. *J Plast Surg Hand Surg*. 2014;48(1):89-90. doi: 10.3109/2000656X.2012.754626.
- Зинченко Р.А., Гинтер Е.К. Наследственные болезни в популяциях человека. В кн.: *Национальное руководство. Наследственные болезни* / Под ред: Н.П. Бочкова, Е.К. Гинтера, В.П. Пузырева. Москва: ГЭОТАР-Медиа; 2012. с. 662-704.
Zinchenko R.A., Ginter E.K. [Hereditary diseases in human populations]. In: [National guideline. Hereditary diseases]. Ed. by N.P. Bochkova, E.K. Ginter, V.P. Puzyrev. Moscow: GEOTAR-Media; 2012. p. 662-704. (In Russian).
- Kepenek-Varol B., Hoşbay Z. Is short-term hand therapy effective in a child with congenital radioulnar synostosis? A case report. *J Hand Ther*. 2020;33(3):435-442. doi: 10.1016/j.jht.2019.03.009.
- Alsharif M.H.K., Almasaad J.M., Taha K.M., Elamin A.Y., Bakhit N.M., Nouredin M.A. et al. Congenital radioulnar synostosis presenting in adulthood – a case report. *Pan Afr Med J*. 2020;36:75. doi: 10.11604/pamj.2020.36.75.21413.
- Dong Y., Hu P., Liu F., Niu X., Feng G., Wang F. [Treatment of congenital radioulnar synostosis with radial derotational osteotomy and local subcutaneous pedicled fat flap filling in fusion area]. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi*. 2020;34(7):820-825. (In Chinese). doi: 10.7507/1002-1892.201911079.

DISCLAIMERS**Author contribution**

Fedorova Yu.A. — concept and design of the study, collection and processing of data, writing the text.

Vissarionov S.V. — study design, interpretation of the data, writing and editing the text.

Proschenko Ya.N. — analysis and interpretation of the data, writing and editing of the text.

Gevorgiz S.A. — collection and processing of data, writing the text.

Zakharyan E.A. — data analysis, editing of the text.

All authors have read and approved the final version of the manuscript of the article. All authors agree to bear responsibility for all aspects of the study to ensure proper consideration and resolution of all possible issues related to the correctness and reliability of any part of the work.

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

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

Ethics approval. Not applicable.

Consent for publication. Not required.

- Funakoshi T., Kato H., Minami A., Suenaga N., Iwasaki N. The use of pedicled posterior interosseous fat graft for mobilization of congenital radioulnar synostosis: a case report. *J Shoulder Elbow Surg*. 2004;13(2):230-234. doi: 10.1016/j.jse.2003.09.009.
- Kanaya F., Ibaraki K. Mobilization of a congenital proximal radioulnar synostosis with use of a free vascularized fascio-fat graft. *J Bone Joint Surg Am*. 1998;80(8):1186-1192. doi: 10.2106/00004623-199808000-00012.
- Kanaya K., Iba K., Yamashita T. Long-term results after a free vascularized adipofascial graft for congenital proximal radioulnar synostosis with an average follow-up of 10 years: a series of four cases. *J Shoulder Elbow Surg*. 2016;25(8):1258-1267. doi: 10.1016/j.jse.2016.04.009.
- Sakamoto S., Doi K., Hattori Y., Dodakundi C., Montales T. Modified osteotomy (Kanaya's procedure) for congenital proximal radioulnar synostosis with posterior dislocation of radial head. *J Hand Surg Eur Vol*. 2014;39(5):541-548. doi: 10.1177/1753193413493386.
- Hwang J.H., Kim H.W., Lee D.H., Chung J.H., Park H. One-stage rotational osteotomy for congenital radioulnar synostosis. *J Hand Surg Eur Vol*. 2015;40(8):855-861. doi: 10.1177/1753193415580066.
- Horii E., Koh S., Hattori T., Otsuka J. Single osteotomy at the radial diaphysis for congenital radioulnar synostosis. *J Hand Surg Am*. 2014;39(8):1553-1557. doi: 10.1016/j.jhsa.2014.05.018.
- Satake H., Kanauchi Y., Kashiwa H., Ishigaki D., Takahara M., Takagi M. Long-term results after simple rotational osteotomy of the radius shaft for congenital radioulnar synostosis. *J Shoulder Elbow Surg*. 2018;27(8):1373-1379. doi: 10.1016/j.jse.2018.04.012.

14. Bishay S.N. Minimally invasive single-session double-level rotational osteotomy of the forearm bones to correct fixed pronation deformity in congenital proximal radioulnar synostosis. *J Child Orthop*. 2016;10(4):295-300. doi: 10.1007/s11832-016-0750-8.
15. Cai H., Wang Z. Treatment of children's proximal radioulnar joint fusion through single dual-plane osteotomy on combination with multi-sequence cast-a new method for treating the children's proximal radioulnar joint fusion. *Food Sci Technol*. 2021;41(2): 603-610. doi: 10.1590/fst.33220.
16. El-Adl W. Two-stage double-level rotational osteotomy in the treatment of congenital radioulnar synostosis. *Acta Orthop Belg*. 2007;73(6):704-709.
17. Barrera-Ochoa S., Campillo-Recio D., Mir-Bullo X. Treating bilateral congenital radioulnar synostosis using the reverse Sauvé-Kapandji procedure. *J Hand Surg Eur Vol*. 2019;44(4):430-432. doi: 10.1177/1753193419827853.
18. Kawaguchi S., Kitamura M., Usui M. Proximal radioulnar synostosis treated with a free vascularised fascio-fat graft – report of two cases. *Hand Surg*. 2000;5(2): 161-164. doi: 10.1142/s0218810400000302.
19. Dawson H.G. A congenital deformity of the forearm and its operative treatment. *Br Med J*. 1912 Oct 52(2701): 833-835. doi: 10.1136/bmj.2.2701.833.
20. Hansen O.H., Andersen N.O. Congenital radio-ulnar synostosis. Report of 37 cases. *Acta Orthop Scand*. 1970;41(3):225-230. doi: 10.3109/17453677008991509.
21. Miura T., Nakamura R., Suzuki M., Kanie J. Congenital radio-ulnar synostosis. *J Hand Surg Br*. 1984;9(2):153-155.
22. Jia Y., Geng C., Song Z., Lv S., Dai B. Congenital unilateral proximal radioulnar synostosis: A surgical case report. *Medicine*. 2020;99(16):e19782. doi: 10.1097/MD.00000000000019782.
23. Прокопович Е.В., Конев М.А., Афоничев К.А., Прокопович И.Е., Ковзиков А.Б., Никитин М.С. и др. Врожденный радиоульнарный синостоз: варианты проявления и оперативное лечение. *Травматология, ортопедия и восстановительная хирургия детского возраста*. 2016;4(3):16-25. doi: 10.17816/PTORS4316-25. Prokopovich E.V., Konev M.A., Afonichev K.A., Prokopovich I.E., Kovzikov A.B., Nikitin M.S. et al. [Congenital radioulnar synostosis: symptom complex and surgical treatment]. *Travmatologiya, ortopediya i vosstanovitel'naya khirurgiya detskogo vozrasta* [Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery]. 2016;4(3):16-25. (In Russian). doi: 10.17816/PTORS4316-25.
24. Barik S., Farr S., Gallone G., Zarantonello P., Trisolino G., Di Gennaro G.L. Results after treatment of congenital radioulnar synostosis: a systematic review and pooled data analysis. *J Pediatr Orthop B*. 2021;30(6):593-600. doi: 10.1097/BPB.0000000000000841.
25. Rubin G., Rozen N., Bor N. Gradual correction of congenital radioulnar synostosis by an osteotomy and Ilizarov external fixation. *J Hand Surg*. 2013;38(3):447-452. doi: 10.1016/j.jhbsa.2012.10.037.
26. Bolano L.E. Congenital proximal radioulnar synostosis: treatment with the Ilizarov method. *J Hand Surg Am*. 1994;19(6):977-978. doi: 10.1016/0363-5023(94)90100-7.
27. Fujimoto M., Kato H., Minami A. Rotational osteotomy at the diaphysis of the radius in the treatment of congenital radioulnar synostosis. *J Pediatr Orthop*. 2005;25(5): 676-679. doi: 10.1097/01.bpo.0000161833.57409.bb.
28. Yammine K., Salon A., Pouliquen J.C. Congenital radioulnar synostosis. Study of a series of 37 children and adolescents. *Chir Main*. 1998;17(4):300-308.
29. Ramachandran M., Lau K., Jones D.H. Rotational osteotomies for congenital radioulnar synostosis. *J Bone Joint Surg Br*. 2005;87(10):1406-1410. doi: 10.1302/0301-620X.87B10.16445.
30. Hung N.N. Derotational osteotomy of the proximal radius and the distal ulna for congenital radioulnar synostosis. *J Child Orthop*. 2008;2(6):481-489. doi: 10.1007/s11832-008-0146-5.
31. Lin H.H., Strecker W.B., Manske P.R., Schoenecker P.L., Seyer D.M. A surgical technique of radioulnar osteoclasia to correct severe forearm rotation deformities. *J Pediatr Orthop*. 1995;15(1):53-58. doi: 10.1097/01241398-199501000-00012.
32. Murase T., Tada K., Yoshida T., Moritomo H. Derotational osteotomy at the shafts of the radius and ulna for congenital radioulnar synostosis. *J Hand Surg Am*. 2003;28(1):133-137. doi: 10.1053/jhsu.2003.50010.
33. Shingade V.U., Shingade R.V., Ughade S.N. Results of single-staged rotational osteotomy in a child with congenital proximal radioulnar synostosis: subjective and objective evaluation. *J Pediatr Orthop*. 2014;34(1): 63-69. doi: 10.1097/BPO.0b013e3182a00890.
34. Ahmad I., Khan S., Iqbal M.J., Khan M.A., Hakim A., Kamran K. Derotation osteotomy for congenital radioulnar synostosis. *KJMS*. 2015;8(1):117-121.
35. Кожевников О.В., Кралина С.Э. Малоинвазивный способ деротационной остеотомии костей предплечья при врожденном радиоульнарном синостозе у детей. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2017;24(3):43-45. Kozhevnikov O.V., Kralina S.E. [Minimally invasive derotational osteotomy of the forearm bones in congenital radioulnar synostosis in children]. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova* [N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics]. 2017;24(3):43-45 (In Russian).
36. Castelló J.R., Garro L., Campo M. Congenital radioulnar synostosis. Surgical correction by derotational osteotomy. *Ann Chir Main Memb Super*. 1996;15(1):11-17. doi: 10.1016/s0753-9053(96)80019-6.
37. Mohammed T.C., Hicham A., Karima A., Lamyae C., Moulay-Abderahman A. Outcomes of derotation osteotomy at synostosis site for congenital radioulnar synostosis. *PAMJ Clinical Medicine*. 2019;1:31. doi: 10.11604/pamj-cm.2019.1.31.20680.
38. Ogino T., Hikino K. Congenital radio-ulnar synostosis: compensatory rotation around the wrist and rotation osteotomy. *J Hand Surg Br*. 1987;12(2):173-178. doi: 10.1016/0266-7681(87)90006-4.
39. Pasupathy B., Tholgappiyan T., Sureshbabu M. Congenital radio ulnar synostosis, analysis of functional outcome using double rotation osteotomy and osteotomy at synostosis site. *Int J Orthop Sci*. 2018;4(2):755-759. doi: 10.22271/ortho.2018.v4.i2k.110.
40. Pei X., Han J. Efficacy and feasibility of proximal radioulnar derotational osteotomy and internal fixation for the treatment of congenital radioulnar synostosis. *J Orthop Surg Res*. 2019;14(1):1-7. doi: 10.1186/s13018-019-1130-0.
41. Simcock X., Shah A.S., Waters P.M., Bae D.S. Safety and efficacy of derotational osteotomy for congenital radioulnar synostosis. *J Pediatr Orthop*. 2015;35(8): 838-843. doi: 10.1097/bpo.0000000000000370.
42. Simmons B.P., Southmayd W.W., Riseborough E.J. Congenital radioulnar synostosis. *J Hand Surg*. 1983;8(6):829-838. doi: 10.1016/S0363-5023(83)80078-1.

43. Zhang Z.Q., Hu X.Y., Yuan H.J., Zheng P.F. Application of 3-Dimensional Printing Technology in Rotational Osteotomy of Congenital Radioulnar Synostosis. *J Hand Surg Am.* 2021;46(10):924.e1-924.e6. doi: 10.1016/j.jhsa.2020.12.004.
44. Cleary J.E., Omer G.E. Jr. Congenital proximal radio-ulnar synostosis. Natural history and functional assessment. *J Bone Joint Surg Am.* 1985;67:539-545.
45. Green W.T., Mital M.A. Congenital radio-ulnar synostosis: surgical treatment. *J Bone Joint Surg Am.* 1979;61(5):738-743.
46. Farzan M., Daneshjou Kh., Mortazavi S.M.J., Espander R. Congenital radioulnar synostosis: A report of 11 cases and review of literature. *Acta Medica Iranica.* 2002;40(2):126-131.
47. Шведовченко И.В. Радиоульнарный синостоз. В кн.: *Ортопедия: Национальное руководство* / Под ред. С.П. Миронова, Г.П. Котельникова. Москва; 2013. с. 182-183.
- Shvedovchenko I.V. [Radioulnar synostosis]. In: [Orthopedics: National guideline]. Ed. by S.P. Mironova, G.P. Kotelnikov. Moscow; 2013. p. 182-183. (In Russian).

Сведения об авторах

✉ Федорова Юлия Андреевна

Адрес: Россия, 196603, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, ул. Парковая, д. 64-68

<https://orcid.org/0000-0003-3842-2113>

e-mail: julsigareva@gmail.com

Виссарионов Сергей Валентинович — чл.-корр. РАН, д-р мед. наук, профессор

<https://orcid.org/0000-0003-4235-5048>

e-mail: vissarionovs@gmail.com

Проценко Ярослав Николаевич — канд. мед. наук

<https://orcid.org/0000-0002-3328-2070>

e-mail: yar-2011@list.ru

Геворгиз София Александровна

<https://orcid.org/0000-0002-3489-3658>

e-mail: sofiagevorgiz@gmail.com

Захарьян Екатерина Анатольевна — канд. мед. наук

<https://orcid.org/0000-0001-6544-1657>

e-mail: zax-2008@mail.ru

Authors' information

✉ Yulia A. Fedorova

Address: 64-68, Parkovaya str., St. Petersburg, Pushkin, 196603, Russia

<https://orcid.org/0000-0003-3842-2113>

e-mail: julsigareva@gmail.com

Sergei V. Vissarionov — Dr. Sci. (Med.), Professor

<https://orcid.org/0000-0003-4235-5048>

e-mail: vissarionovs@gmail.com

Yaroslav N. Proschenko — Cand. Sci. (Med.)

<https://orcid.org/0000-0002-3328-2070>

e-mail: yar-2011@list.ru

Sofia A. Gevorgiz

<https://orcid.org/0000-0002-3489-3658>

e-mail: sofiagevorgiz@gmail.com

Ekaterina A. Zakharyan — Cand. Sci. (Med.)

<https://orcid.org/0000-0001-6544-1657>

e-mail: zax-2008@mail.ru



Измерение длины нижних конечностей: обзор литературы

Д.А. Петрова¹, В.М. Кенис^{1,2}

¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

² ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

Актуальность. Измерение длины нижних конечностей является важным элементом оценки состояния опорно-двигательного аппарата. При выявлении несоответствия в длине ног точность методики измерения будет обуславливать выбор дальнейшей тактики лечения пациента. Однако на сегодняшний день не существует единого мнения специалистов относительно оптимальной и точной методики измерения длины нижних конечностей.

Цель обзора — на основании анализа зарубежной и отечественной литературы определить оптимальную методику измерения длины нижних конечностей.

Материал и методы. Было отобрано более 70 научных статей с 1983 по 2021 г. в базах данных PubMed (MEDLINE) и eLIBRARY на русском и английском языках.

Результаты. Анализ литературных данных не выявил оптимальной методики измерения длины нижних конечностей. Клинические методики оценки продемонстрировали плохую воспроизводимость и высокие погрешности измерений. Лучевые методики визуализации также не лишены погрешностей измерений, дополнительно оказывают на пациента лучевую нагрузку. Методики визуализации, такие как УЗИ и МРТ, описаны лишь в нескольких исследованиях, что не позволяет полноценно определить все их достоинства и недостатки при измерении длины нижних конечностей.

Заключение. Изучение и разработка новых методик определения разной длины нижних конечностей, а также усовершенствование уже существующих методик позволят улучшить качество диагностики данного патологического состояния, а следовательно, повлиять на качество проводимого лечения.

Ключевые слова: разновеликость нижних конечностей, измерение длины нижних конечностей, разная длина нижних конечностей.

Петрова Д.А., Кенис В.М. Измерение длины нижних конечностей: обзор литературы. *Травматология и ортопедия России*. 2022;28(3):97-105. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-1781>.

Петрова Дарья Александровна; e-mail: radd.arr@mail.ru

Рукопись получена: 17.05.2022. Рукопись одобрена: 25.07.2022. Статья опубликована онлайн: 24.08.2022.

© Петрова Д.А., Кенис В.М., 2022



Leg Length Measurement: Review

Daria A. Petrova¹, Vladimir M. Kenis^{1,2}

¹ H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, St. Petersburg, Russia

² Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russia

Background. Measurement of the length of the lower extremities is an important part of the assessment of the musculoskeletal system. If there is a discrepancy in the length of the legs, the accuracy of the measurement technique will determine the choice of further tactics for treating the patient. However, to date, there is no consensus among experts regarding the optimal and accurate method for assessing this clinical condition.

The aim is to analyze foreign and domestic researches about measurement of limb length discrepancy and to determine the optimal method for measuring the lengths of the lower extremities.

Methods. More than 70 scientific articles were selected from 1983 to 2021 in the PubMed/MEDLINE and eLIBRARY databases in Russian and English languages.

Results. An analysis of the literature data did not reveal the optimal method for measuring the length of the lower extremities. Clinical evaluation procedures have demonstrated poor reproducibility and high measurement errors. Radiation imaging techniques also have measurement errors, additionally exerting radiation exposure on the patient. Imaging techniques such as ultrasound and MRI are described in several studies, which does not allow to fully determine all the advantages and disadvantages of these methods when measuring the lengths of the lower extremities.

Conclusion. The study and development of new methods for diagnostics different lengths of the lower extremities, as well as the improvement of existing methods, will improve the quality of diagnosis of this pathological condition, and therefore affect the quality of the treatment for its correction.

Keywords: measurement limb length discrepancy, limb length inequality.

Cite as: Petrova D.A., Kenis V.M. [Leg Length Measurement: Review]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2022;28(3):97-105. (In Russian). <https://doi.org/10.17816/2311-2905-1781>.

✉ Daria A. Petrova; e-mail: radd.arr@mail.ru

Submitted: 17.05.2022. Accepted: 25.07.2022. Published Online: 24.08.2022.

© Petrova D.A., Kenis V.M., 2022

ВВЕДЕНИЕ

Определение длины нижних конечностей является важным моментом при оценке патологии ног. По данным литературы, почти 90% населения страдают разновеликостью нижних конечностей до 1 см [1, 2]. Выделяют анатомическую и функциональную разновеликость [3]. Анатомическая разновеликость возникает, когда совокупная длина костей и толщина хрящей значительно различаются между конечностями. Анатомическая разновеликость бывает врожденной и приобретенной [4]. Наиболее распространенными причинами врожденной разновеликости являются вывихи тазобедренного сустава, гемигипертрофия с поражением скелета нижних конечностей, односторонняя козлапость. Приобретенная разновеликость может развиваться из-за инфекций, параличей, опухолей, хирургических вмешательств, таких как эндопротезирование тазобедренного или коленного суставов [4]. Функциональная разновеликость может быть вызвана контрактурой мягких тканей, контрактурами тазобедренных или коленных суставов, наклоном таза или деформациями стопы [1, 3]. Например, сгибательные контрактуры коленного и тазобедренного суставов могут вызывать явное укорочение ноги, в то время как отводящая контрактура бедра и эквинусная установка стопы могут функционально удлинять пораженную конечность.

Оценка разновеликости является сложной задачей для исследователей и клиницистов, так как до сих пор существуют разногласия по поводу оптимальной методики измерения длины нижних конечностей, а данные об их достоверности, надежности и диагностической точности различаются. Точность метода определяется как разница измерения с использованием метода визуализации по сравнению с фактическим измерением, тогда как надежность метода заключается в различии между результатами измерений разных исследователей и у одного исследователя при измерении разных пациентов [5]. Выбор верного хирургического метода коррекции разновеликости нижних конечностей требует повышения качества методик диагностики данного патологического состояния [6, 7, 8, 9, 10].

Цель исследования — на основании анализа зарубежной и отечественной литературы определить оптимальную методику измерения длины нижних конечностей.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Осуществлялся поиск научных статей с 1983 по 2021 г. в базах данных PubMed (MEDLINE) и eLIBRARY. Ключевые слова, использовавшиеся для поиска на русском языке: измерение длины нижних конечностей, длина нижних конечностей,

длина ног, измерение длины ног. Ключевые слова для поиска на английском языке: leg length discrepancy, limb length discrepancy, leg length inequality, leg length, limb length, measurement LLD. После поиска просматривались списки литературы найденных статей для дополнительного отбора публикаций подходящей тематики.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Для оценки длины нижних конечностей используются две основные категории методов: клинические методы и методы визуализации [1, 5, 11].

Клинические методы оценки длины нижних конечностей

Измерение сантиметровой лентой

Методика используется для измерения длины каждой нижней конечности путем измерения расстояния между костными ориентирами и называется прямым клиническим методом измерения разновеликости. В 21 исследовании для измерения длины сегментов использовалась сантиметровая лента [12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32]. В большинстве исследований значения, полученные при использовании сантиметровой ленты, сопоставляли с результатами рентгенологических снимков как эталонными [13, 14, 15, 16, 21, 22, 23, 25, 29, 31]. Только некоторые авторы использовали полноценные рентгенограммы нижних конечностей, тогда как часть исследователей оценивали разницу в длине нижних конечностей по прицельным рентгенограммам конкретных областей, таких как тазобедренные, коленные и голеностопные суставы [12, 16]. В двух исследованиях эталонными значениями являлись данные УЗИ-диагностики [18, 20]. Несколько авторов использовали КТ-сканогаммы как эталонные значения [23, 26, 27]. В одном исследовании оценивали удаленность медиальной и латеральной лодыжек от пола [29]. Некоторые авторы оценивали межэкспертную и внутриэкспертную согласованность результатов полученных измерений [11, 12, 17]. Еще в одном исследовании сравнивались результаты, полученные при помощи сантиметровой ленты, с результатами, полученными при помощи приспособления Metrecom [16]. По данным И.Т. Батршина и Т.Н. Садовой, при измерении длины нижних конечностей и сегментов с использованием сантиметровой ленты у 1000 детей в 19% случаев имелось изменение длины сегментов в зависимости от положения, в котором производилось измерение — стоя, сидя и лежа [32]. Лишь в нескольких публикациях сообщалось, что метод измерения сантиметровой лентой надежен и/или валиден [22, 23, 26, 27]. Большинство авторов [11, 13, 15, 18, 19, 20, 24, 26, 28, 30] сделали вывод о том, что методика измерения лентой

неточная: выявлен широкий разброс результатов, слабая корреляция с другими методами и расхождение с рентгенографией, что может привести к неправильному расчету небольшой разницы в длине нижних конечностей. Кроме того, существуют определенные причины разновеликости, такие как малоберцовая гемимелия и посттравматическая потеря костной ткани, вовлекающая стопу, где значительная часть укорочения конечности является дистальной по отношению к медиальной лодыжке, соответственно, не оценивается при использовании данной методики оценки.

Методика подставных блоков

Выравнивание положения таза пациента относительно горизонтальной плоскости в положении стоя с помещением блоков известной высоты под короткую конечность называется «непрямым» клиническим методом измерения разновеликости. Этот метод использовался в 11 исследованиях [12, 14, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 29, 33, 34]. В двух исследованиях при оценке результатов эталонным значением считались данные, полученные при проведении КТ [23] и УЗИ [17]. Во всех остальных — результаты рентгенологического обследования. Методика подставных блоков определена как надежная, точная и релевантная или превосходящая методику измерения сантиметровой лентой в пяти исследованиях [12, 21, 23, 24, 29]. Однако в нескольких исследованиях выявлены низкая валидность и надежность по сравнению с рентгенологическими исследованиями [14, 19, 34]. Кроме того, J. Edeen с соавторами определили методику подставных блоков, как менее точную в сравнении с ультразвуковым измерением [19].

Е. Hanada с соавторами сравнивали методику подставных блоков с пальпацией гребней подвздошной кости для определения величины разновеликости. Значения, полученные при использовании данной методики, сравнивались с данными рентгенограмм как с эталонным значением. Исследователи пришли к выводу, что полученные результаты говорят о высокой надежности и достаточной валидности предложенной методики, однако других упоминаний ее использования в литературе не встречается [35].

Остеопатические техники

Для определения функциональных укорочений остеопаты используют уникальные техники, такие как тест Дерифилда–Томпсона, позволяющий с точностью определять разницу в длине менее 3 мм при оценке межэкспертной согласованности [36, 37, 38]. Однако эти исследования проводились на небольших группах пациентов, и ни в одном из них не использовалась другая методика оценки разницы в длине нижних конечностей. Данный

недостаток дизайна исследований был нивелирован в исследовании D.W. Rhodes с соавторами, в котором остеопатическая методика измерений сравнивалась с измерениями, полученными при оценке разновеликости на рентгенограммах нижних конечностей в положении стоя [39]. Несмотря на положительную корреляцию, значения разницы в длине конечностей сильно отличались в зависимости от методики измерения, что сподвигло исследователей провести еще одну работу, направленную на определение разницы в длине нижних конечностей в зависимости от положения пациента — лежа на животе и лежа на спине. Полученные результаты сравнивались с рентгенограммами нижних конечностей в положении стоя, что позволило выявить низкую валидность теста и меньшую, чем ожидалось, надежность исследования [40].

Исследование Н.Т. Nguyen с соавторами посвящено оценке межэкспертной согласованности при измерении длины нижних конечностей у пациентов в положении лежа на животе. Оно продемонстрировало хорошую воспроизводимость при использовании метода активатора [41].

В еще одном исследовании была высчитана минимальная величина разновеликости, которую можно безошибочно определить с использованием остеопатической техники оценки — 3,74 мм. Такие точные данные получены благодаря известной величине подкладок, имитирующих разновеликость нижних конечностей в эксперименте [42].

Позднее данные безошибочного определения величины разницы в длине нижних конечностей были увеличены до 4–6 мм благодаря использованию модифицированных хирургических ботинок [43].

Ряд исследователей считают, что межэкспертная согласованность при оценке разновеликости зависит от опытности исследователей и снижается при попытках увеличения точности измерений [44, 45, 46, 47]. Исследование R. Cooperstein и M. Lucente, посвященное оценке разновеликости в положении пациента лежа на спине и лежа на животе, продемонстрировало низкую согласованность между полученными измерениями [48]. Еще одно исследование, также проведенное R. Cooperstein с соавторами, было посвящено оценке компрессирующей методики выявления разновеликости и определению различий между анатомическим и функциональным укорочением. Результаты продемонстрировали высокую надежность внутриэкспертной и межэкспертной согласованности, однако авторы указывают, что радиологические методики измерения являются более точными и надежными [49]. Еще одно исследование R. Cooperstein с соавторами, посвященное математическому моделированию теста Аллиса,

опровергает ценность остеопатических методик оценки из-за значительного расхождения получаемых результатов в процессе измерений, возникающего вследствие особенностей позиционирования пациентов в момент проведения процедуры [50]. Исследование M. Farella с соавторами, направленное на выявление разновеликости, вызванной нарушениями в височно-нижнечелюстном суставе, не выявило корреляции между патологией височно-нижнечелюстного сустава и разной длиной нижних конечностей [51].

Методы визуализации

Доступные в настоящее время методы визуализации включают обычную рентгенографию, компьютерную рентгенографию, микродозовую цифровую рентгенографию, УЗИ, КТ и МРТ. Распространение цифровой рентгенографии послужило стимулом для проведения исследования, посвященного сравнению измерений, полученных при оценке пленочных и цифровых снимков [52].

Сравнение результатов, полученных при измерении пленочных и цифровых снимков

S. Khakharia с соавторами провели исследование сопоставимости, точности и воспроизводимости измерений разновеликости между цифровыми снимками в системе PACS и стандартными распечатанными рентгенограммами [52]. Измерения проводились независимо двумя исследователями. Для обоих методов была заявлена сравнимая надежность и отличная согласованность полученных результатов. Поэтому был рекомендован переход от печатной пленки к цифровым изображениям.

Рентгенография таза для определения величины разновеликости

В четырех исследованиях оценивалась сопоставимость результатов измерений разновеликости нижних конечностей, полученных при измерении рентгенограмм таза в прямой проекции [53, 54, 55, 56]. Эталонными исследованиями служили панорамные рентгенограммы нижних конечностей в переднезадней проекции в положении стоя или результаты КТ. Авторы всех исследований пришли к выводу, что следует проявлять осторожность при определении величины разновеликости по рентгенограммам таза из-за ограничения их сопоставимости с эталонными методами.

Панорамная рентгенография нижних конечностей в положении стоя

Панорамная рентгенография нижних конечностей в положении стоя признана «золотым стандартом» при оценке разновеликости нижних конечностей [4]. Ряд исследователей определили высокую или почти идеальную надежность метода панорамной рентгенографии [57, 58, 59, 60]. Эталонным

методом в некоторых из этих исследований выступал метод КТ, причем в одном из них панорамная рентгенография в переднезадней проекции в положении стоя превзошла КТ-сканограмму по точности получаемых измерений [60]. Кроме того, специалисты, проводившие эти исследования, рекомендуют использовать методику не только для определения величины разновеликости нижних конечностей, но и для оценки осевых деформаций нижних конечностей. Однако также опубликованы результаты исследования M.D. Ahrend с соавторами, демонстрирующего погрешности до 6 см при измерении панорамных рентгенограмм в переднезадней проекции у одних и тех же пациентов в течение периода лечения. Авторы статьи утверждают, что при сравнении результатов измерений интактной конечности значения отличаются более чем на 2 см у 76% исследуемых [61].

Бипланарная система визуализации EOS

Система EOS представляет собой рентгенологический аппарат, позволяющий осуществлять съемку в двух взаимно перпендикулярных проекциях [62, 63]. Был проведен ряд исследований для оценки точности измерений разновеликости нижних конечностей [64, 65, 66]. Ввиду высокой точности получаемых результатов эталонный метод оценки не использовался. При сравнении рентгенологической нагрузки A. Clavé с соавторами пришли к выводу, что полученные изображения фантомов сопоставимы с диагностическими и могут быть использованы для последующего обследования живых пациентов, чтобы уменьшить радиационное облучение [64]. В двух других исследованиях 2D- и 3D-измерения с использованием системы EOS считались точными и высоконадежными. Однако оба исследования выявили методологические проблемы [65, 66].

Компьютерная томография

V. Poutawera и N.S. Stott в своем исследовании оценивали надежность измерений разной длины нижних конечностей, полученных при использовании КТ [67]. Эталонный стандарт не использовался. Хотя внутриэкспертная согласованность повторных измерений была почти идеальной, КТ-сканограммы должны выполняться более одного раза и перепроверяться лечащим врачом.

Ультразвуковое исследование

Несколько исследований посвящены оценке надежности измерения при разновеликости нижних конечностей методом ультразвуковой диагностики [18, 20, 68, 69]. Эталонным стандартом было рентгенографическое измерение. Авторы всех исследований пришли к выводу, что УЗИ для оценки разновеликости — методика простая в исполнении

и значительно более точная в сравнении с клиническими методиками, независимо от того, какой тип аппарата используется.

Магнитно-резонансная томография

Хотя МРТ традиционно используется для визуализации мягких тканей, этот метод диагностики становится все более популярным для оценки костных аномалий. В исследовании J. Riad с соавторами величину разницы в длине конечностей оценивали с использованием МРТ [70]. На сагиттальных T1-взвешенных томограммах нижних конечностей измеряли длину таза, бедра, голени и пяточной кости в положении пациента на спине с полностью выпрямленными ногами. Измерения проводились двумя опытными специалистами и повторялись через 2 нед. Полученные результаты свидетельствуют о высокой надежности методики для оценки размеров сегментов нижних конечностей.

ОБСУЖДЕНИЕ

Клинические методики характеризуются легкостью применения в рутинной практике и плохой воспроизводимостью с высокими погрешностями получаемых результатов измерений. Лучевые методики также не лишены погрешностей, ко всему прочему оказывают на пациента рентгенологическую нагрузку. Именно поэтому, на наш взгляд, нецелесообразно использование КТ в повседневной диагностике разноразмерности нижних конеч-

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Заявленный вклад авторов

Петрова Д.А. — сбор и обработка данных, написание текста статьи.

Кенис В.М. — разработка концепции исследования, редактирование текста статьи.

Все авторы прочли и одобрили финальную версию рукописи статьи. Все авторы согласны нести ответственность за все аспекты работы, чтобы обеспечить надлежащее рассмотрение и решение всех возможных вопросов, связанных с корректностью и надежностью любой части работы.

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

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

Этическая экспертиза. Не применима.

Информированное согласие на публикацию. Не требуется.

ностей. Исследования, посвященные применению УЗИ и МРТ для оценки разноразмерности нижних конечностей, носят единичный характер и не позволяют в полной мере оценить достоинства и недостатки данных методик оценки разноразмерности конечностей.

Кроме того, сложность диагностики несоответствия длины нижних конечностей заключается в том, что сравнение результатов происходит с методиками, также имеющими погрешности. При прямом измерении костей людей эпохи голоцена (современных людей) разница в длине бедра и голени составляет не более 1% от длины сегмента [71], тогда как, по данным исследований, описывающих методики клинических и визуализирующих способов оценки разноразмерности, разная длина конечностей в популяции встречается с частотой до 90% [1, 2], что указывает скорее на высокие погрешности используемых методик измерения, чем на «эпидемию» разноразмерности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как показал анализ источников литературы, универсального метода диагностики разноразмерности на сегодняшний день не существует. Разработка новых методик диагностики разноразмерности нижних конечностей, а также усовершенствование существующих позволят улучшить качество диагностики данного патологического состояния, а следовательно, и качество проводимого лечения для его коррекции.

DISCLAIMERS

Author contribution

Daria A. Petrova — the collection and processing of material, writing the draft.

Vladimir M. Kenis — research conception, text editing.

All authors have read and approved the final version of the manuscript of the article. All authors agree to bear responsibility for all aspects of the study to ensure proper consideration and resolution of all possible issues related to the correctness and reliability of any part of the work.

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

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

Ethics approval. Not applicable.

Consent for publication. Not required.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Knutson G.A. Anatomic and functional leg-length inequality: a review and recommendation for clinical decision-making. Part I, anatomic leg-length inequality: prevalence, magnitude, effects and clinical significance. *Chiropr Osteopat.* 2005;13:11. doi: 10.1186/1746-1340-13-11.
2. Ситель А.Б., Скоромец А.А., Гойденко В.С., Карпеев А.А., Васильева Л.Ф., Саморуков А.Е. Мануальная терапия, диагностика и лечение заболеваний опорно-двигательного аппарата. *Мануальная терапия.* 2003;(4):4-21.
Sitel' A.B., Sitel' A.B., Skoromets A.A., Goidenko V.S., Karpeev A.A., Vasil'eva L.F., Samorukov A.E. [Manual therapy, diagnosis and treatment of diseases of the musculoskeletal system]. *Manual'naya terapiya* [Manual Therapy]. 2003;(4):4-21. (In Russian).
3. Kayani B., Pietrzak J., Hossain F.S., Konan S., Haddad F.S. Prevention of limb length discrepancy in total hip arthroplasty. *Br J Hosp Med (Lond).* 2017;78(7):385-390. doi: 10.12968/hmed.2017.78.7.385.
4. Gurney B. Leg length discrepancy. *Gait Posture.* 2002;15(2):195-206. doi: 10.1016/s0966-6362(01)00148-5.
5. Sabharwal S., Kumar A. Methods for assessing leg length discrepancy. *Clin Orthop Relat Res.* 2008;466(12):2910-2922. doi: 10.1007/s11999-008-0524-9.
6. Кенис В.М., Клычкова И.Ю., Мельченко Е.В., Иванов С.В., Сапоговский А.В. Коррекция деформаций нижних конечностей у детей с помощью метода управляемого роста. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2013;(4):С. 50-55.
Kenis V.M., Klychkova I.Yu., Mel'nichenko E.V., Ivanov S.V., Sapogovskiy A.V. [Guided growth technique for correction of lower extremity deformities in children]. *Vestnik travmatologii i ortopedii im N.N. Priorova* [N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics] 2013;(4):50-55. (In Russian).
7. Аранович А.М., Диндиберя Е.В., Климов О.В., Новиков К.И. Ошибки и осложнения при удлинении голени у больных ахондроплазией. *Травматология и ортопедия России.* 2005;(1):36-37.
Aranovich A.M., Dindiberya E.V., Klimov O.V., Novikov K.I. [Errors and complications at shin lengthening in patints with achondroplasia] *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2005;(1):36-37. (In Russian).
8. Куценко С.Н. Интрамедуллярный дистракционный остеосинтез — современный реконструктивно-восстановительный метод хирургического лечения заболеваний опорно-двигательной системы. *Таврический медико-биологический вестник.* 2009;12(4):107-112.
Kutsenko, S.N. [Intramedullary distraction osteosynthesis is a modern reconstructive and restorative method of surgical treatment of diseases of the musculoskeletal system] *Tavrisheskiy medikobiologicheskiy vestnik.* [Tauride Medical Biological Bulletin]. 2009;12(4):107-112. (In Russian).
9. Артемьев А.А., Ивашкин А.Н., Кашуб А.М., Соловьев Ю.С., Гулулян Г.Г. Особенности хирургического лечения посттравматической разной длины нижних конечностей у взрослых пациентов. *Журнал им. Н.В. Склифосовского. «Неотложная медицинская помощь».* 2020;9(4):573-579.
Artemiev A.A., Ivashkin A.N., Kashoob A.M., Solovyov Yu.S., Gululyan G.G. [Features of surgical treatment of posttraumatic lower limbs of different lengths in adult patients]. *Zhurnal im. N.V. Sklifosovskogo. «Neotlozhnaya meditsinskaya pomoshch'»* [Russian Sklifosovsky Journal "Emergency Medical Care"]. 2020;9(4):573-579. (In Russian).
10. Шаповалов В.М., Хоминец В.В., Михайлов С.В., Шакун Д.А., Капилевич Б.Я. Комбинированный способ восстановления длины бедра и голени при лечении больных с последствиями травм и дефектами развития. *Гений ортопедии.* 2010;(1):116-121.
Shapovalov V.M. Khominets S.V. Mikhailov S.V., Shakun D.A., Kapilevich B.Ya. [A combined technique of femur and leg length recovery in treatment of patients with trauma consequences and developmental defects]. *Genij ortopedii* [Orthopaedic Genius]. 2010;(1):116-121. (In Russian).
11. Cooperstein R. Leg checking: Why and why not? *DC Tracts.* 2012;24(2):4-11.
12. Woerman A.L., Binder-Macleod S.A. Leg length discrepancy assessment: accuracy and precision in five clinical methods of evaluation*. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1984;5(5):230-239. doi: 10.2519/jospt.1984.5.5.230.
13. Gogia P.P., Braatz J.H. Validity and reliability of leg length measurements. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1986;8(4):185-188. doi: 10.2519/jospt.1986.8.4.185.
14. Friberg O., Nurminen M., Korhonen K., Soininen E., Mänttari T. Accuracy and precision of clinical estimation of leg length inequality and lumbar scoliosis: comparison of clinical and radiological measurements. *Int Disabil Stud.* 1988;10(2):49-53. doi: 10.3109/09638288809164098.
15. Cleveland R.H., Kushner D.C., Ogden M.C., Herman T.E., Kermond W., Correia J.A. Determination of leg length discrepancy. A comparison of weight-bearing and supine imaging. *Invest Radiol.* 1988;23(4):301-304. doi: 10.1097/00004424-198804000-00010.
16. Beattie P., Isaacson K., Riddle D.L., Rothstein J.M. Validity of derived measurements of leg-length differences obtained by use of a tape measure. *Phys Ther.* 1990;70(3):150-157. doi: 10.1093/ptj/70.3.150.
17. Hoyle D.A., Latour M., Bohannon R.W. Intraexaminer, interexaminer, and interdevice comparability of leg length measurements obtained with measuring tape and metrecom. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1991;14(6):263-268. doi: 10.2519/jospt.1991.14.6.263.
18. Junk S., Terjesen T., Rossvoll I., Bråten M. Leg length inequality measured by ultrasound and clinical methods. *Eur J Radiol.* 1992;14(3):185-188. doi: 10.1016/0720-048x(92)90083-1.
19. Edeen J., Sharkey P.F., Alexander A.H. Clinical significance of leg-length inequality after total hip arthroplasty. *Am J Orthop (Belle Mead NJ).* 1995;24(4):347-351.
20. Krettek C., Koch T., Henzler D., Blauth M., Hoffmann R. [A new procedure for determining leg length and leg length inequality using ultrasound. II: Comparison of ultrasound, teleradiography and 2 clinical procedures in 50 patients]. *Unfallchirurg.* 1996;99(1):43-51. (In German).
21. Lampe H.I., Swierstra B.A., Diepstraten A.F. Measurement of limb length inequality. Comparison of clinical methods with orthoradiography in 190 children. *Acta Orthop Scand.* 1996;67(3):242-244. doi: 10.3109/17453679608994680.

22. Middleton-Duff T., George K., Batterham A. The reliability and validity of the 'Tape' and 'Block' methods for assessing anatomical leg-length discrepancy. *Phys Therapy Sport.* 2000;1(3):91-99. doi: 10.1054/PTSP.2000.0029.
23. Terry M.A., Winell J.J., Green D.W., Schneider R., Peterson M., Marx R.G. et al. Measurement variance in limb length discrepancy: clinical and radiographic assessment of interobserver and intraobserver variability. *J Pediatr Orthop.* 2005;25(2):197-201. doi: 10.1097/01.bpo.0000148496.97556.9f.
24. Harris I., Hatfield A., Walton J. Assessing leg length discrepancy after femoral fracture: clinical examination or computed tomography? *ANZ J Surg.* 2005;75(5):319-321. doi: 10.1111/j.1445-2197.2005.03349.x.
25. Sayed-Noor A.S., Hugo A., Sjöden G.O., Wretenberg P. Leg length discrepancy in total hip arthroplasty: comparison of two methods of measurement. *Int Orthop.* 2009;33(5):1189-1193. doi: 10.1007/s00264-008-0633-9.
26. Brêtas D.A., Nogueira J.V., Carneiro M.V., Souza R. Analysis of intra-examiner reliability of the tape method measure to leg length discrepancy. *Fitness Performance J.* 2009;8(5):335-341. doi: 10.3900/fpj.8.5.335.e.
27. Jamaluddin S., Sulaiman A.R., Imran M.K., Juhara H., Ezane M.A., Nordin S. Reliability and accuracy of the tape measurement method with a nearest reading of 5 mm in the assessment of leg length discrepancy. *Singapore Med J.* 2011;52(9):681-684.
28. Neelly K., Wallmann H.W., Backus C.J. Validity of measuring leg length with a tape measure compared to a computed tomography scan. *Physiother Theory Pract.* 2013;29(6):487-492. doi: 10.3109/09593985.2012.755589.
29. Badii M., Wade A.N., Collins D.R., Nicolaou S., Kobza B.J., Kopec J.A. Comparison of lifts versus tape measure in determining leg length discrepancy. *J Rheumatol.* 2014;41(8):1689-1694. doi: 10.3899/jrheum.131089.
30. Aguilar E.G., Domínguez Á.G., Peña-Algaba C., Castillo-López J.M. Distance Between the Malleoli and the Ground: A New Clinical Method to Measure Leg-Length Discrepancy. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2017;107(2):112-118. doi: 10.7547/15-013.
31. Betsch M., Michalik R., Graber M., Wild M., Krauspe R., Zilkens C. Influence of leg length inequalities on pelvis and spine in patients with total hip arthroplasty. *PLoS One.* 2019;14(8):e0221695. doi: 10.1371/journal.pone.0221695.
32. Батршин И.Т., Садовая Т.Н. Разновысокость нижних конечностей с перекосом таза и фронтальная деформация позвоночника. *Хирургия позвоночника.* 2007;(3):39-44.
Batrshyn I.T., Sadovaya T.N. [Lower limb length discrepancies with pelvic tilt and coronal deformity of the spine]. *Khirurgiya pozvonochnika* [Spine Surgery]. 2007;(3):39-44. (In Russian).
33. Aspegren D.D., Cox J.M., Trier K.K. Short leg correction: a clinical trial of radiographic vs. non-radiographic procedures. *J Manipulative Physiol Ther.* 1987;10(5):232-238.
34. Piyakunmala K., Sangkomkamhang T. Measurement of patient's perception on limb-length discrepancy compared with weight-bearing orthoroentgenography in total hip arthroplasty: a prospective study. *J Arthroplasty.* 2018;33(7):2301-2305. doi: 10.1016/j.arth.2018.02.024.
35. Hanada E., Kirby R.L., Mitchell M., Swuste J.M. Measuring leg-length discrepancy by the «iliac crest palpation and book correction» method: reliability and validity. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001;82(7):938-942. doi: 10.1053/apmr.2001.22622.
36. Cooperstein R. The Derifield pelvic leg check: a kinesiological interpretation. *Chir Tech.* 1991;3(2):60-65.
37. DeBoer K.F., Harmon R.O. Jr, Savoie S., Tuttle C.D. Inter- and intra-examiner reliability of leg-length differential measurement: a preliminary study. *J Manipulative Physiol Ther.* 1983;6(2):61-66.
38. Shambaugh P., Sclafani L., Fanselow D. Reliability of the Derifield-Thompson test for leg length inequality, and use of the test to demonstrate cervical adjusting efficacy. *J Manipulative Physiol Ther.* 1988;11(5):396-399.
39. Rhodes D.W., Mansfield E.R., Bishop P.A., Smith J.F. The validity of the prone leg check as an estimate of standing leg length inequality measured by X-ray. *J Manipulative Physiol Ther.* 1995;18(6):343-346.
40. Rhodes D.W., Mansfield E.R., Bishop P.A., Smith J.F. Comparison of leg length inequality measurement methods as estimators of the femur head height difference on standing X-ray. *J Manipulative Physiol Ther.* 1995;18(7):448-452.
41. Nguyen H.T., Resnick D.N., Caldwell S.G., Elston E.W. Jr, Bishop B.B., Steinhouser J.B. et al. Interexaminer reliability of activator methods' relative leg-length evaluation in the prone extended position. *J Manipulative Physiol Ther.* 1999;22(9):565-569. doi: 10.1016/s0161-4754(99)70015-1.
42. Cooperstein R., Morschhauser E., Lisi A.J., Nick T.G. Validity of compressive leg checking in measuring artificial leg-length inequality. *J Manipulative Physiol Ther.* 2003;26(9):557-566. doi: 10.1016/j.jmpt.2003.08.002.
43. Cooperstein R., Morschhauser E., Lisi A.J. Cross-sectional validity study of compressive leg checking in measuring artificially created leg length inequality. *J Chiropr Med.* 2004;3(3):91-95. doi: 10.1016/S0899-3467(07)60092-5.
44. Schneider M., Homonai R., Moreland B., Delitto A. Interexaminer reliability of the prone leg length analysis procedure. *J Manipulative Physiol Ther.* 2007;30(7):514-521. doi: 10.1016/j.jmpt.2007.07.001.
45. Holt K.R., Russell D.G., Hoffmann N.J., Bruce B.I., Bushell P.M., Taylor H.H. Interexaminer reliability of a leg length analysis procedure among novice and experienced practitioners. *J Manipulative Physiol Ther.* 2009;32(3):216-222. doi: 10.1016/j.jmpt.2009.02.009.
46. Schwartzbauer M., Hart J. Inter-Examiner Reliability of Leg Length Inequality Assessments. *Ann Vertebral Subluxation Res.* 2011. July 11. P. 51-56. Available from: <https://getgreaterlifechiropractic.com/wp-content/uploads/2017/10/Inter-Examiner-Reliability-of-Leg-Length-Inequality-Assessments-1.pdf>
47. Woodfield H.C., Gerstman B.B., Olaisen R.H., Johnson D.F. Interexaminer reliability of supine leg checks for discriminating leg-length inequality. *J Manipulative Physiol Ther.* 2011;34(4):239-246. doi: 10.1016/j.jmpt.2011.04.009.
48. Cooperstein R., Lucente M. Comparison of Supine and Prone Methods of Leg Length Inequality Assessment. *J Chiropr Med.* 2017;16(2):103-110. doi: 10.1016/j.jcm.2017.01.001.
49. Cooperstein R., Holzworth M., O'Brien A. Intra- and interexaminer reliability of compressive leg checking and correlation with the sit-stand test for anatomic leg length inequality. *Chir J Australia.* 2017;45(2):1184-1195.

50. Cooperstein R., Haneline M., Young M. Mathematical modeling of the so-called Allis test: a field study in orthopedic confusion. *Chiropr Osteopat.* 2007;15:3. doi: 10.1186/1746-1340-15-3.
51. Farella M., Michelotti A., Pellegrino G., Giani U., Martina R. Interexaminer reliability and validity for diagnosis of temporomandibular disorders of visual leg measurements used in dental kinesiology. *J Orofac Pain.* 2005;19(4):285-290.
52. Khakharia S., Bigman D., Fragomen A.T., Pavlov H., Rozbruch S.R. Comparison of PACS and hard-copy 51-inch radiographs for measuring leg length and deformity. *Clin Orthop Relat Res.* 2011;469(1):244-250. doi: 10.1007/s11999-010-1460-z.
53. Kjellberg M., Al-Amiry B., Englund E., Sjöden G.O., Sayed-Noor A.S. Measurement of leg length discrepancy after total hip arthroplasty. The reliability of a plain radiographic method compared to CT-scanogram. *Skeletal Radiol.* 2012;41(2):187-191. doi: 10.1007/s00256-011-1166-7.
54. Meermans G., Malik A., Witt J., Haddad F. Preoperative radiographic assessment of limb-length discrepancy in total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2011;469(6):1677-1682. doi: 10.1007/s11999-010-1588-x.
55. Tipton S.C., Sutherland J.K., Schwarzkopf R. The Assessment of Limb Length Discrepancy Before Total Hip Arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2016;31(4):888-892. doi: 10.1016/j.arth.2015.10.026.
56. Heaver C., St Mart J.P., Nightingale P., Sinha A., Davis E.T. Measuring limb length discrepancy using pelvic radiographs: the most reproducible method. *Hip Int.* 2013;23(4):391-394. doi: 10.5301/hipint.5000042.
57. Guggenberger R., Pfirrmann C.W., Koch P.P., Buck F.M. Assessment of lower limb length and alignment by biplanar linear radiography: comparison with supine CT and upright full-length radiography. *AJR Am J Roentgenol.* 2014;202(2):W161-167. doi: 10.2214/AJR.13.10782.
58. Reina-Bueno M., Lafuente-Sotillos G., Castillo-Lopez J.M., Gomez-Aguilar E., Munuera-Martinez P.V. Radiographic Assessment of Lower-Limb Discrepancy. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2017;107(5):393-398. doi: 10.7547/15-204.
59. Sabharwal S., Zhao C., McKeon J., Melaghari T., Blacksin M., Wenekor C. Reliability analysis for radiographic measurement of limb length discrepancy: full-length standing anteroposterior radiograph versus scanogram. *J Pediatr Orthop.* 2007;27(1):46-50. doi: 10.1097/01.bpo.0000242444.26929.9f.
60. Sabharwal S., Zhao C., McKeon J.J., McClemens E., Edgar M., Behrens F. Computed radiographic measurement of limb-length discrepancy. Full-length standing anteroposterior radiograph compared with scanogram. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88(10):2243-2251. doi: 10.2106/JBJS.E.01179.
61. Ahrend M.D., Rühle M., Springer F., Baumgartner H. Distance from the magnification device contributes to differences in lower leg length measured in patients with TSF correction. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2022;142(7):1511-1522. doi: 10.1007/s00402-021-03831-1.
62. Escott B.G., Ravi B., Weathermon A.C., Acharya J., Gordon C.L., Babyn P.S. et al. EOS low-dose radiography: a reliable and accurate upright assessment of lower-limb lengths. *J Bone Joint Surg Am.* 2013;95(23):e1831-1837. doi: 10.2106/JBJS.L.00989.
63. Melhem E., Assi A., El Rachkidi R., Ghanem I. EOS® biplanar X-ray imaging: concept, developments, benefits, and limitations. *J Child Orthop.* 2016;10(1):1-14. doi: 10.1007/s11832-016-0713-0.
64. Clavé A., Maurer D.G., Nagra N.S., Fazilleau F., Lefèvre C., Stindel E. Reproducibility of length measurements of the lower limb by using EOS™. *Musculoskelet Surg.* 2018;102(2):165-171. doi: 10.1007/s12306-017-0518-4.
65. Jensen J., Mussmann B.R., Hjarbæk J., Al-Aubaidi Z., Pedersen N.W., Gerke O. et al. Microdose acquisition in adolescent leg length discrepancy using a low-dose biplane imaging system. *Acta Radiol.* 2017;58(9):1108-1114. doi: 10.1177/0284185116682381.
66. Lazennec J.Y., Brusson A., Rousseau M.A., Robbins C.B., Pour A.E. Do Patients' Perceptions of Leg Length Correlate With Standing 2- and 3-Dimensional Radiographic Imaging? *J Arthroplasty.* 2016;31(10):2308-2313. doi: 10.1016/j.arth.2016.03.065.
67. Poutawera V., Stott N.S. The reliability of computed tomography scanograms in the measurement of limb length discrepancy. *J Pediatr Orthop B.* 2010;19(1):42-46. doi: 10.1097/BPB.0b013e32833390b4.
68. Rannisto S., Paalanne N., Rannisto P.H., Haapanen A., Oksaaja S., Uitti J. et al. Measurement of leg-length discrepancy using laser-based ultrasound method. *Acta Radiol.* 2011;52(10):1143-1146. doi: 10.1258/ar.2011.110268.
69. Konermann W., Gruber G. [Ultrasound determination of leg length]. *Orthopade.* 2002;31(3):300-305. (In German). doi: 10.1007/s00132-001-0298-1.
70. Riad J., Finnbogason T., Broström E. Leg length discrepancy in spastic hemiplegic cerebral palsy: a magnetic resonance imaging study. *J Pediatr Orthop.* 2010;30(8):846-850. doi: 10.1097/BPO.0b013e3181fc35dd.
71. Auerbach B.M., Ruff C.B. Limb bone bilateral asymmetry: variability and commonality among modern humans. *J Hum Evol.* 2006;50(2):203-218. doi: 10.1016/j.jhevol.2005.09.004.

Сведения об авторах

✉ Петрова Дарья Александровна

Адрес: Россия, 196603, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, ул. Парковая, д. 64-68

<https://orcid.org/0000-0001-9641-191X>

e-mail: radd.arr@mail.ru

Кенис Владимир Маркович — д-р мед. наук

<https://orcid.org/0000-0002-7651-8485>

e-mail: kenis@mail.ru

Authors' information

✉ Daria A. Petrova

Address: 64-68, Parkovaya str., St. Petersburg, Pushkin, 196603, Russia

<https://orcid.org/0000-0001-9641-191X>

e-mail: radd.arr@mail.ru

Vladimir M. Kenis — Dr. Sci. (Med.)

<https://orcid.org/0000-0002-7651-8485>

e-mail: kenis@mail.ru



Обзорная статья
УДК 616.718.16-001.5-089
<https://doi.org/10.17816/2311-2905-1747>

Хирургические доступы при лечении переломов вертлужной впадины: аналитический обзор литературы

А.И. Колесник¹, С.В. Донченко², В.В. Суриков^{2,3}, Д.А. Иванов⁴, Е.П. Тарасов⁵,
Д.М. Ярмамедов⁶, И.М. Солодилов⁷

¹ ООО «ЦИТОпроект», г. Москва, Россия

² ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.П. Боткина» Департамента здравоохранения г. Москвы, г. Москва, Россия

³ ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, г. Москва, Россия

⁴ ГБУЗ МО «Лыткаринская городская больница», г. Лыткарино, Россия

⁵ ГБУЗ МО «Одинцовская областная больница», г. Одинцово, Россия

⁶ ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Курск, Россия

⁷ ОБУЗ «Курская городская клиническая больница № 4», г. Курск, Россия

Актуальность. Применение классических и модифицированных хирургических доступов к вертлужной впадине (ВВ) сопровождается серьезными интра- и послеоперационными осложнениями, связанными с травматизацией тканей, сосудов, нервов, лимфатических структур. Выбор доступа к ВВ влияет на длительность оперативного вмешательства и объем кровопотери.

Цель обзора — на основе анализа литературы сравнить длительность оперативного вмешательства и объем кровопотери при использовании разных хирургических доступов к вертлужной впадине.

Материал и методы. Поиск проводили в базах данных PubMed (MEDLINE) и Scopus с 1964 по 2022 г. При проведении поиска по словосочетаниям acetabular fractures, surgical approach to the acetabulum было найдено 4368 статьи. В результате отбора было включено в анализ 12 публикаций, содержащих наиболее полную информацию по изучаемым показателям.

Результаты. Проанализированы данные оперативного лечения 540 пациентов с переломами ВВ. Средний возраст пациентов составил $45,2 \pm 11,6$ лет. Среди причин травм таза и ВВ в значительной степени преобладали автодорожная травма (70,4%) и кататравма (21,3%). Объем кровопотери зависел от применения конкретных доступов или их комбинации и продолжительности оперативного вмешательства. Наименьшее количество времени ($101,0 \pm 27,0$ мин.) потребовалось для выполнения операций с использованием параректального доступа, наибольшее ($264 \pm 56,4$ мин.) — с применением подвздошно-пахового доступа. Наибольший объем кровопотери отмечен при доступе Пфанненштиля — $1057,1 \pm 377,9$ мл. При сравнении доступов Кохера – Лангенбека (793 ± 328 мл), подвздошно-пахового (828 ± 64 мл) и параректального (798 ± 322 мл) доступов не выявлено статистически значимых отличий. Выполнение доступа Кохера – Лангенбека в положении пациента лежа на боку позволяет сократить время операции на 16,8% и сократить объем кровопотери на 12,4% в сравнении с положением пациента лежа на животе.

Заключение. Требуется проведение сравнительных клинических исследований для определения наиболее безопасных хирургических доступов к вертлужной впадине в зависимости от типа перелома, механизма травмы и возраста пациента.

Ключевые слова: хирургические доступы к вертлужной впадине, переломы вертлужной впадины, длительность операции, объем кровопотери.

Колесник А.И., Донченко С.В., Суриков В.В., Иванов Д.А., Тарасов Е.П., Ярмамедов Д.М., Солодилов И.М. Хирургические доступы при лечении переломов вертлужной впадины: аналитический обзор литературы. *Травматология и ортопедия России*. 2022;28(3):106-115. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-1747>.

✉ Колесник Александр Иванович; e-mail: ko-lesnik@mail.ru

Рукопись получена: 27.02.2022. Рукопись одобрена: 05.07.2022. Статья опубликована: 12.09.2022.

© Колесник А.И., Донченко С.В., Суриков В.В., Иванов Д.А., Тарасов Е.П., Ярмамедов Д.М., Солодилов И.М., 2022



Surgical Approaches for Acetabulum Fracture Treatment: Analytic Review

Alexander I. Kolesnik¹, Sergey V. Donchenko², Vladislav V. Surikov^{2,3}, Dmitry A. Ivanov⁴, Evgeniy P. Tarasov⁵, Dmitry M. Yarmamedov⁶, Ivan M. Solodilov⁷

¹ Cytoproject LLC, Moscow, Russia

² Botkin City Clinical Hospital, Moscow, Russia.

³ Russian Medical Academy of Continuing Postgraduate Education, Moscow, Russia

⁴ Lytkarino City Hospital, Lytkarino, Russia

⁵ Odintsovo City Hospital, Odintsovo, Russia

⁶ Kursk State Medical University, Kursk, Russia

⁷ Kursk City Clinical Hospital No. 4, Kursk, Russia

Background. The use of classical and modified surgical approaches to acetabulum is accompanied by serious intra- and postoperative complications associated with tissues, vessels, nerves, and lymphatic structures injury. The choice of approach to acetabulum affects the surgical time and the blood loss volume.

The aim of the review was to compare the surgical time and blood loss volume using different surgical approaches to the acetabulum based on the relevant literature analysis.

Methods. The search was carried out in PubMed/MEDLINE and Scopus databases from 1964 to 2022. When conducting a search for the phrases acetabular fractures, surgical approach to the acetabulum, 4368 articles were found. As a result of the selection, 12 publications containing the most complete information on the studied indicators were included in the quantitative analysis.

Results. The data of surgical treatment of 540 patients with acetabulum fractures were analyzed. The average age of the patients was 45.2±11.6 years. Among the causes of pelvic and acetabulum fractures, road accident (70.4%) and falls from height (21.3%) largely prevailed. The blood loss depended on the use of specific approaches or their combination, and the surgical time. The shortest surgical time (101.0±27.0 min.) was required using pararectal approach, the longest (264±56.4 min.) — with the use of ilio-inguinal approach. The largest volume of blood loss was observed with Pfannenstiel approach — 1057.1±377.9 ml. No statistically significant differences were found when comparing the Kocher-Langenbeck (793±328 ml), ilio-inguinal (828±64 ml) and pararectal (798±322 ml) approach. Performing the Kocher-Langenbeck approach in the patient's lateral position reduces the surgical time by 16.8% and reduces blood loss by 12.4% compared to the patient's prone position.

Conclusion. Comparative clinical studies are required to determine the safest surgical approaches to the acetabulum, depending on the type of fracture, the mechanism of injury and the age of the patient.

Keywords: surgical approaches to the acetabulum, acetabulum fractures, surgical time, blood loss volume.

Cite as: Kolesnik A.I., Donchenko S.V., Surikov V.V., Ivanov D.A., Tarasov E.P., Yarmamedov D.M., Solodilov I.M. [Surgical Approaches for Acetabulum Fracture Treatment: Analytic Review]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2022;28(3):106-115. (In Russian). <https://doi.org/10.17816/2311-2905-1747>.

✉ Alexander I. Kolesnik; e-mail: ko-lesnik@mail.ru

Submitted: 27.02.2022. Accepted: 05.07.2022. Published: 12.09.2022.

© Kolesnik A.I., Donchenko S.V., Surikov V.V., Ivanov D.A., Tarasov E.P., Yarmamedov D.M., Solodilov I.M., 2022

ВВЕДЕНИЕ

Проблема хирургического лечения переломов вертлужной впадины (ВВ) не теряет своей актуальности [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Частота переломов ВВ составляет от 2 до 22% с тенденцией к росту [1, 3, 7]. Применение классических и модифицированных хирургических доступов к ВВ сопровождается серьезными интра- и послеоперационными осложнениями, возникающими в 8–59% случаев [3]. Осложнения связаны, прежде всего, с травматизацией тканей, сосудов, нервов, лимфатических структур, длительностью оперативного вмешательства до трех и более часов и значительной кровопотерей [1, 7, 8, 9, 10, 11], что становится серьезным сдерживающим фактором широкого применения доступов в остром периоде травмы [12, 13, 14, 15, 16].

Цель обзора — на основе анализа литературы сравнить длительность оперативного вмешательства и объем кровопотери при использовании разных хирургических доступов к вертлужной впадине.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Поиск проводили в базах данных PubMed (MEDLINE) и Scopus за период с 1964 по 2022 г.

Критерии отбора статей: полнотекстовые варианты статей и рефераты, содержащие полную информацию по наиболее часто применяемым

стандартным и модифицированным хирургическим доступам к ВВ, возрастной структуре пациентов, механизму травмы, продолжительности оперативного вмешательства, объему кровопотери, положению пациента на операционном столе. Язык публикаций английский.

Критерии не включения: экспериментальные исследования, клинические наблюдения, обзоры литературы.

При проведении поиска по ключевым словосочетаниям “acetabular fractures”, “surgical approach to the acetabulum” было найдено 4368 статьи, из которых было отобрано 12 публикаций, содержащих наиболее полную информацию по изучаемым показателям [1, 11, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26].

Статистический анализ

Сравнение данных проводилось с использованием SPSS 11.0 for Windows. Параметрические и непараметрические данные сравнивались с использованием непарного t-критерия Стьюдента, U-критерия Манна – Уитни и критерия χ^2 . Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Проанализированы результаты оперативного лечения 540 пациентов с переломами ВВ, информация о которых представлена в 12 отобранных для анализа публикациях (табл. 1).

Таблица 1

Применение хирургических доступов и показатели оперативного вмешательства

Автор	Период наблюдения	Доступ	Кол-во пациентов	Возраст, лет	Длительность операции, мин.	Кровопотеря, мл
Borg T. [1]	2003–2014	Кохера – Лангенбека	16	76,5 (64–89)	188 (175–321)	800 (400–1700)
		Подвздошно-паховый	10	68,2 (50–83)	166 (95–354)	675 (300–2600)
Harris A. [11]	1990–1998	Кохера – Лангенбека	51	34,9 (16–64)	320 (140–503)	1735 (300–4000)
Xue Z. [16]	2011–2012	Пфанненштиля	7	37 (18–53)	158,57±28,54	1057,14±377,96
		Кохера – Лангенбека	8	37 (18–53)	278,12±62,33	937,50±362,28
Khira Y. [17]	2009–2017	Кохера – Лангенбека	20	32,9 (21–58)	135±20 (120–160)	780±350 (500–1500)
Li Y. [18]	2013–2017	Кохера – Лангенбека	9	37±17,09	71,28±9,69	742,22±228,68
Lont T. [19]	2000–2017	Кохера – Лангенбека	34	70 (56–92)	169	1100
Kashyap S. [20]	2012–2015	Кохера – Лангенбека	30	48±24	215±55	570±160
Salameh M. [21]	2010–2017	Кохера – Лангенбека (на боку)	47	36,6 (20–67)	184,2±57,5	551±299
		Кохера – Лангенбека (лежа на животе)	26	34,8 (18–60)	241,4±106,7	584±365
Wang C. [22]	2016–2017	Параректальный доступ	50	45,1±12,6	170,7±40,6	1177,1±691,6
Wang P. [23]	2013–2016	Подвздошно-паховый	47	41,5±11,7	264,0±56,4	873,8±535,6
Yang Y. [24]	2014–2018	Подвздошно-паховый	44	41,89±14,19	156,18±27,54	784,09±277,70
		Подвздошно-паховый + Стоппа	32	39,94±15,21	126,53±29,56	625,31±193,39
Ozturk A. [25]	2017–2018	Кохера – Лангенбека	12	41,9	199,16±24,75	511,66±127,33
		Подвздошно-паховый	5	46,2	200,00±25,49	488,00±111,89

Возрастная характеристика пациентов с переломами вертлужной впадины

Средний возраст пациентов во всех исследованиях составил $45,2 \pm 11,6$ лет. Наиболее молодые пациенты встречались в исследованиях Y.M. Khira с соавторами — 32,9 (21,0–58,0) лет [17], Y.T. Li с соавторами — $32,1 \pm 14,6$ лет [18], M. Salameh с соавторами — 34,8 (18,0–60,0) [21]. Пациенты более старшего возраста — в исследованиях T. Lont с соавторами — 70 (56–92) лет [19] и T. Borg и соавторами — 76,5 (64,0–89,0) лет при использовании доступа Кохера–Лангенбека и 68,2 (50,0–83,0) лет при использовании подвздошно-пахового доступа [1].

Механизм травмы и хирургические доступы

Большинство пациентов получили травму в ДТП — 184 случая [1, 16, 17, 19, 20, 22, 23, 24, 25]. Падение с высоты более 3 м послужило причиной перелома у 108 пациентов [1, 16, 17, 19, 20, 22, 23, 24, 25], с уровня менее 3 м — у 65 пациентов [1, 19, 23, 24, 25]. Травма произошла от падения тяжелого предмета у 11 пациентов [21, 23]. О спортивной травме сообщается у 9 пациентов [21]. На рисунке 1 представлена диаграмма, иллюстрирующая

выбор доступа к ВВ с учетом механизма травмы. На графике отображены данные из 9 источников, так как в остальных работах механизм травмы не отражен.

Классификация переломов и хирургические доступы

В 11 исследованиях характер переломов вертлужной впадины у пациентов был классифицирован по Judet–Letournel. Перелом обеих колонн отмечен в четырех исследованиях [1, 16, 22, 25]. T. Borg с соавторами и A. Ozturk с соавторами применяли доступы Кохера–Лангенбека и подвздошно-паховый [1, 25], Z. Xue с соавторами — Кохера–Лангенбека и Пфанненштиля [16], C. Wang с соавторами — параректальный доступ к передней колонне [22] (рис. 2).

Перелом передней колонны в сочетании с полупоперечным переломом задней колонны ВВ зафиксирован у 65 пациентов [1, 16, 19, 22, 23]. Перелом задней стенки выявлен у 56 пациентов [1, 16, 17, 19, 21, 25]. Поперечный перелом в сочетании с переломом задней стенки зафиксирован у 45 пациентов [1, 17, 19, 21, 23, 25], Т-образный перелом — у 36 [16, 19, 21, 22, 23, 25].

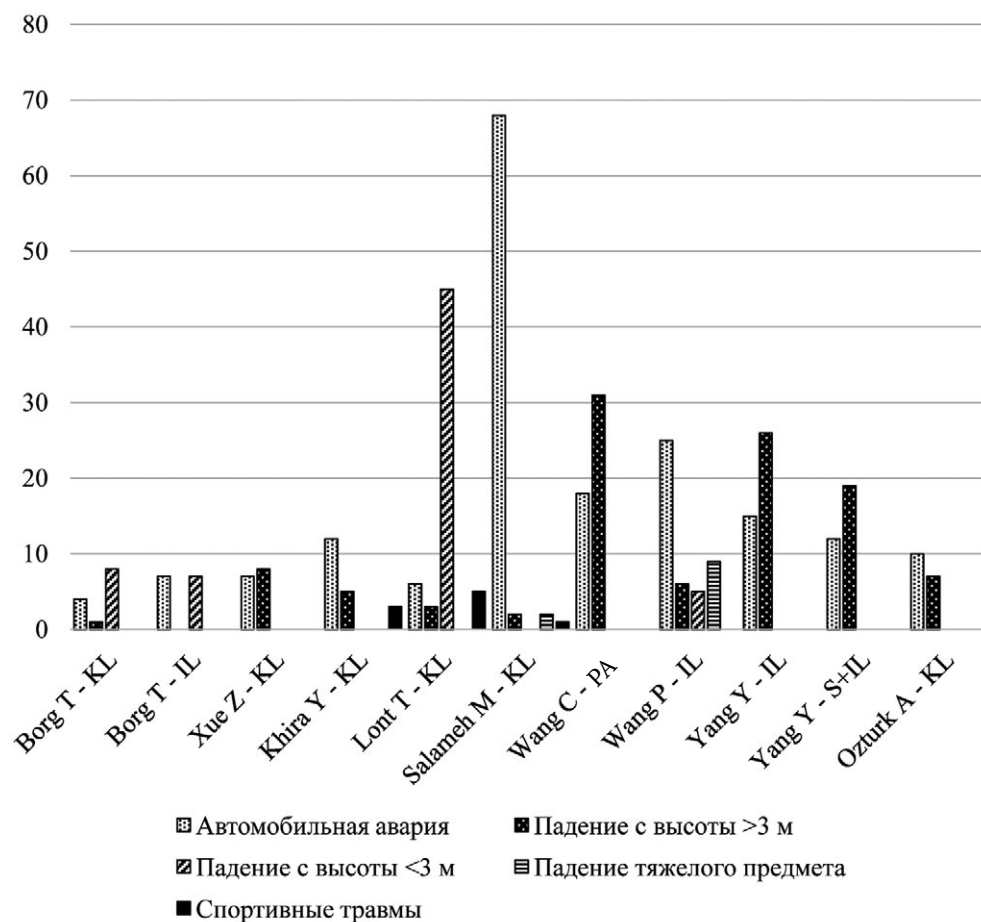


Рис. 1. Выбор доступа ВВ с учетом механизма травмы. Сокращения здесь и далее:

KL — доступ Кохера–Лангенбека; IL — подвздошно-паховый доступ; S — доступ Стоппа; PA — параректальный доступ

Fig. 1. The choice of approach to acetabulum depending on the mechanism of injury. Abbreviations hereafter: KL — Kocher-Langenbeck approach; IL — iliac-inguinal approach; S — Stoppa approach; PA — pararectal approach

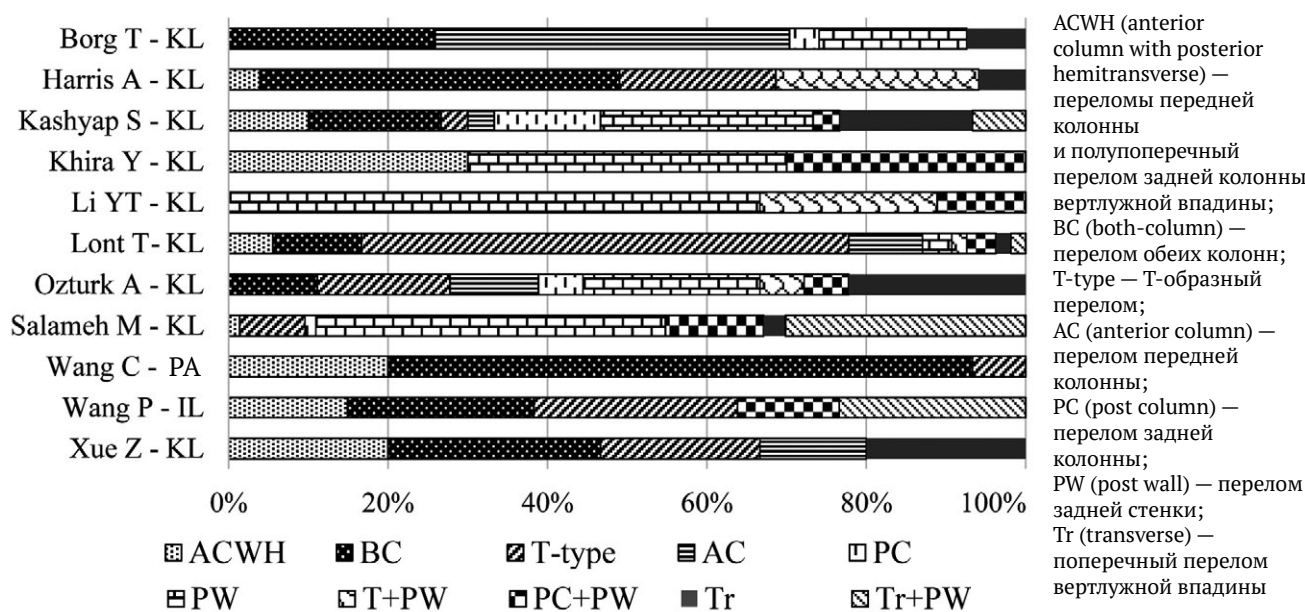


Рис. 2. Классифицирование переломов вертлужной впадины по Judet – Letournel в цитируемых источниках. Проценты указывают на долю типов переломов вертлужной впадин от их общего количества

Fig. 2. Classification of acetabulum fractures according to Judet-Letournel in the cited sources. Percentages indicate the proportion of acetabulum fractures types from their total number

ACWH – fractures of the anterior column and hemitransverse fracture of the acetabulum posterior column; BC – fracture of both columns; T-type – T-shaped fracture; AC – fracture of the anterior column; PC – fracture of the posterior column; PW – fracture of the posterior wall; Tr – transverse acetabulum fracture

Длительность операции и объем кровопотери в зависимости от хирургического доступа к вертлужной впадине

Показатели длительности операции и объема кровопотери при проведении хирургического вмешательства с использованием различных дос-

тупов у пациентов с переломом ВВ были проанализированы во всех 12 публикациях (рис. 3).

C. Wang с соавторами оперировали 50 пациентов с использованием параректального доступа. При проведении сравнительного анализа было выявлено, что наименьшее количество времени (101,0±27,0 мин.) потребовалось авторам для про-

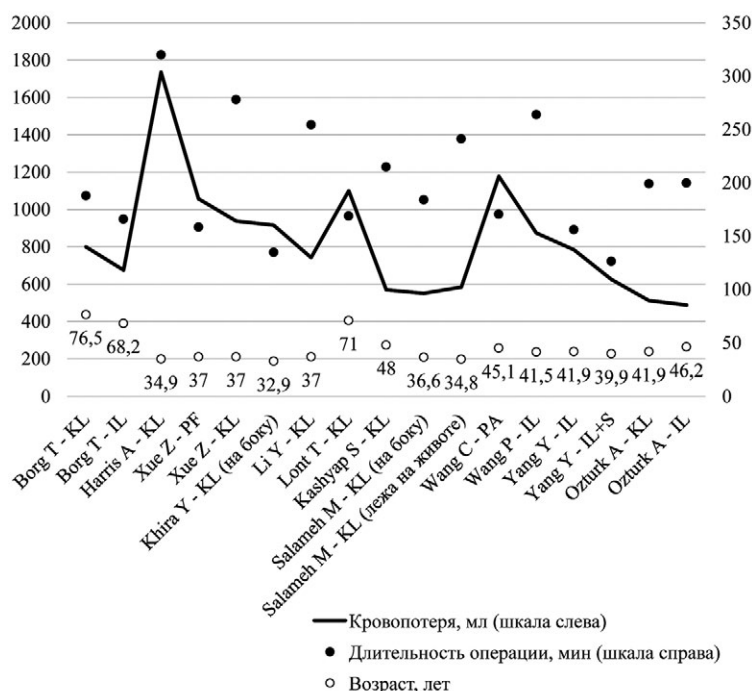


Рис. 3. Длительность операции, объем кровопотери и возраст пациентов при использовании различных хирургических доступов к вертлужной впадине

Fig. 3. Surgical time, the volume of blood loss and the age of patients using various surgical approaches to the acetabulum

ведения оперативного вмешательства с использованием параректального доступа [22]. Наибольшее время для выполнения операции с применением подвздошно-пахового доступа отмечено у P. Wang с соавторами — 264,0±56,4 мин. [23].

В статье С. Wang с соавторами зафиксирована кровопотеря в объеме 1177,1±691,6 мл при использовании параректального доступа [22]. Проведен подсчет среднего объема кровопотери в публикациях различных авторов при использовании доступа Кохера –Лангенбека — он составил 844,8±368,8 мл [1, 11, 16, 17, 18, 19, 20, 21]. При использовании подвздошно-пахового доступа средний объем кровопотери составил 689,2±148,2 мл [1, 23, 24, 25].

Результаты оперативного лечения с применением доступа Кохера –Лангенбека в положении пациента лежа на животе и на боку

Авторами цитируемых источников исследования длительность операции и объем кровопотери у 106 пациентов в возрасте от 36,6 (20–67) до

47,2 (24–69) лет [16, 18, 20, 21, 25] и у 97 пациентов в возрасте от 32,9 (21–58) до 34,9 (16–64) лет [11, 18, 22] при выполнении хирургического доступа Кохера –Лангенбека в положении пациента лежа на животе и на боку (рис. 4). Выявлено, что проведение оперативного вмешательства в положении пациента лежа на боку позволяет сократить время операции на 16,8% и сократить объем кровопотери на 12,4% в сравнении с проведением оперативного вмешательства в положении пациента лежа на животе [17, 18, 19, 20, 21] (рис. 4).

Результаты применения классического подвздошно-пахового доступа и подвздошно-пахового доступа в модификации Стоппа

Ряд авторов выполнили анализ результатов применения классического подвздошно-пахового доступа (96 пациентов, 128 случаев) [23, 24, 25] и подвздошно-пахового доступа в модификации Стоппа (32 пациентов) [24]. Средний возраст больных составил 42,7±3,4 лет (рис. 5). Использование модифицированного доступа Стоппа позволило

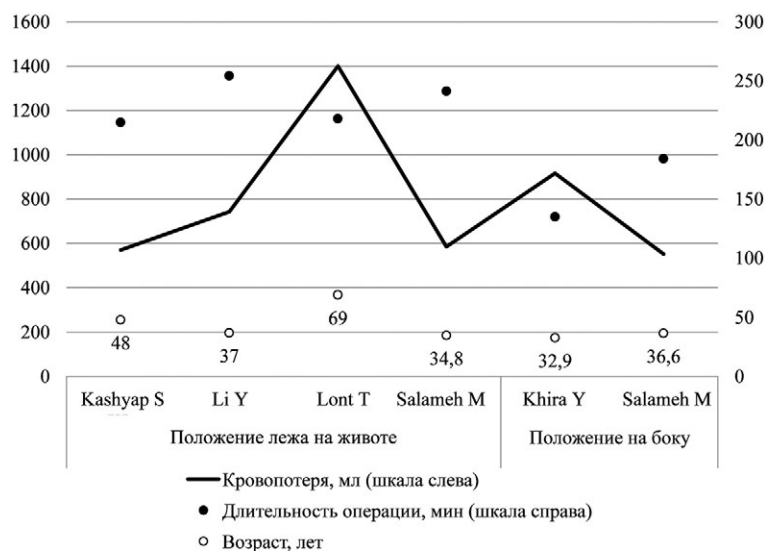


Рис. 4. Показатели длительности операции, объема кровопотери и возраста пациентов при проведении оперативного вмешательства с использованием доступа Кохера –Лангенбека в положении лежа на животе и лежа на боку

Fig. 4. Surgical time, the volume of blood loss and the age of the patients during the surgery using the Kocher-Langenbeck approach in the supine position and lateral position

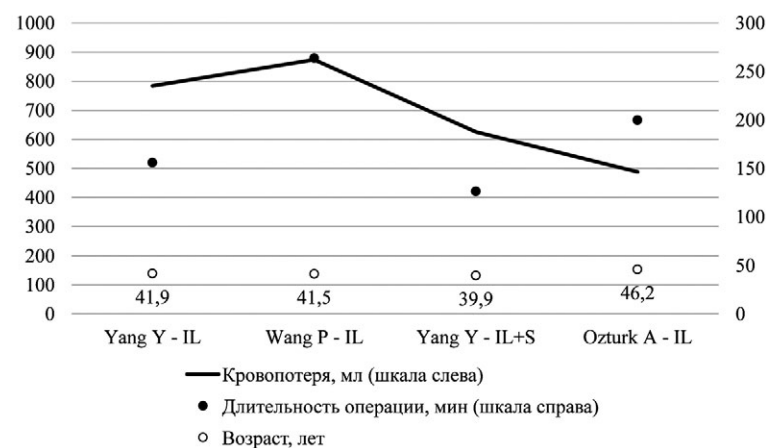


Рис. 5. Длительность операции, объем кровопотери и возраст пациентов при проведении оперативного вмешательства с использованием классического подвздошно-пахового доступа и подвздошно-пахового доступа в модификации Стоппа

Fig. 5. Surgical time, the volume of blood loss and the age of patients during surgery using the classical iliac-inguinal approach and iliac-inguinal approach in the Stoppa modification

сократить время оперативного вмешательства на 40%. Объем кровопотери был наибольшим при использовании классического подвздошно-пахового доступа — 828,9±63,4 мл. Меньшая кровопотеря зафиксирована при использовании доступа в модификации Стоппа — 625,3 мл.

ОБСУЖДЕНИЕ

Как уже отмечалось выше, выбор доступа при хирургическом лечении переломов ВВ влияет на длительность операции, объем кровопотери и результаты лечения. В свою очередь, выбор доступа определяется многими факторами, такими как возраст пациента, тип перелома, механизм травмы и т.д.

По данным P. Giannoudis с соавторами, средний возраст оперированных пациентов с переломами ВВ составил 38,6±4,6 лет, при этом мужчины составили 69,4% [26]. В исследование T. Goyal с соавторами вошли пациенты с переломами ВВ старше 55 лет, средний возраст которых составил 72,5 лет [14].

Переломы ВВ с низкоэнергетическим механизмом травмы в основном возникают у пожилых людей. У молодых пациентов, как правило, отмечается высокоэнергетический механизм травмы [6, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33].

Во всех анализируемых публикациях авторы использовали классификацию переломов ВВ [1, 11, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25], разработанную R. Judet и E. Letournel [33, 34]. В. Butler с соавторами пишут о фундаментальной значимости и скрытых потенциальных возможностях этой классификации [35]. Сам автор классификации E. Letournel обращал внимание на то, что классификацию переломов ВВ применительно к пожилым людям можно модифицировать [33, 34]. Некоторые авторы считают, что сложности лечения переломов ВВ у пожилых людей обусловлены типами встречающихся у них переломов — более частыми переломами передней колонны ВВ, четырехугольной поверхности а также сдавливанием хряща суставной поверхности [6, 36, 37]. T. Goyal с соавторами отмечают, что наиболее распространенной формой переломов у наблюдавшихся пациентов были переломы обеих колонн (19,03%), реже встречались переломы передней колонны в сочетании с полупоперечным переломом задней стенки (17,23%), переломы передней колонны — 541/3157 (17,13%) и переломы задней стенки у 425/3157 (13,46%) па-

циентов [14]. У более молодых пациентов чаще встречаются переломы задней стенки, реже — поперечные переломы ВВ в сочетании с переломом задней стенки и Т-образные переломы [38, 39].

Анализ данных литературы показал, что объем кровопотери зависит от применения доступа в изолированном варианте или их комбинации и, соответственно, от продолжительности оперативного вмешательства. Незначительная разница в продолжительности операции выявлена при использовании доступа Кохера–Лангенбека и модифицированного доступа Стоппа. При этом закономерной является прямая зависимость объема кровопотери от длительности вмешательства, что подтверждается данными других авторов [26, 40, 41, 42].

Из 203 пациентов с переломами ВВ, оперированных с использованием доступа Кохера–Лангенбека, в 52,2% ($n = 106$) наблюдений операции выполнялись в положении пациента на боку, что позволило сократить время операции на 16,8%, а объем кровопотери — на 12,4% в сравнении с проведением оперативного вмешательства в положении пациента лежа на животе [17, 18, 20, 21]. На наш взгляд, вопрос применения доступа Кохера–Лангенбека в различных положениях на операционном столе требует дополнительного изучения.

Подвздошно-паховый доступ авторами использован в 75% ($n = 96$) случаев и подвздошно-паховый доступ в модификации Стоппа — в 25% ($n = 32$) случаев. Согласно полученным данным, применение доступа в модификации Стоппа позволило сократить время оперативного вмешательства на 40% и уменьшить объем кровопотери на 11% в сравнении с классическим подвздошно-паховым доступом.

Авторы публикаций использовали хирургические доступы, прежде всего, с учетом переломов колонн ВВ (изолированных и одновременных переломов передней и задней колонн) [43, 44, 45, 46]. При переломах передней колонны и передней стенки ВВ, как правило, авторы применяли подвздошно-паховый доступ или доступ Стоппа [46, 47, 48, 49, 50, 51].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Требуется проведение сравнительных клинических исследований для определения наиболее безопасных хирургических доступов к ВВ в зависимости от типа перелома, механизма травмы и возраста пациента.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**Заявленный вклад авторов**

Колесник А.И. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание и редактирование текста.

Донченко С.В. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание и редактирование текста.

Суриков В.В. — сбор и обработка материала, написание и редактирование текста.

Иванов Д.А. — сбор и обработка материала, написание и редактирование текста.

Тарасов Е.П. — сбор и обработка материала, написание и редактирование текста.

Ярмамедов Д.М. — сбор и обработка материала, написание и редактирование текста.

Солодилов И.М. — сбор и обработка материала, написание и редактирование текста.

Все авторы прочли и одобрили финальную версию рукописи статьи. Все авторы согласны нести ответственность за все аспекты работы, чтобы обеспечить надлежащее рассмотрение и решение всех возможных вопросов, связанных с корректностью и надежностью любой части работы.

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

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

Этическая экспертиза. Не применима.

Информированное согласие на публикацию. Не требуется.

DISCLAIMERS**Author contribution**

Kolesnik A.I. — research concept and design, the collection and processing of material, writing the draft, editing.

Donchenko S.V. — research concept and design, the collection and processing of material, writing the draft, editing.

Surikov V.V. — the collection and processing of material, writing the draft, editing.

Ivanov D.A. — the collection and processing of material, writing the draft, editing.

Tarasov E.P. — the collection and processing of material, writing the draft, editing.

Yarmamedov D.M. — the collection and processing of material, writing the draft, editing.

Solodilov I.M. — the collection and processing of material, writing the draft, editing.

All authors have read and approved the final version of the manuscript of the article. All authors agree to bear responsibility for all aspects of the study to ensure proper consideration and resolution of all possible issues related to the correctness and reliability of any part of the work.

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

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

Ethics approval. Not applicable.

Consent for publication. Not required.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

- Borg T., Hernefalk B., Hailer N.P. Acute total hip arthroplasty combined with internal fixation for displaced acetabular fractures in the elderly: a short-term comparison with internal fixation alone after a minimum of two years. *Bone Joint J.* 2019;101-B(4):478-483. doi: 10.1302/0301-620X.101B4.BJJ-2018-1027.R2.
- Sardesai N.R., Miller M.A., Jauregui J.J., Griffith C.K., Henn R.F., Nascone J.W. Operative management of acetabulum fractures in the obese patient: challenges and solutions. *Orthop Res Rev.* 2017;9:75-81. doi: 10.2147/ORR.S113424.
- Butterwick D., Papp S., Gofton W., Liew A., Beaulé P.E. Acetabular fractures in the elderly: evaluation and management. *J Bone Joint Surg Am.* 2015;97(9):758-768. doi: 10.2106/JBJS.N.01037.
- Hoge S., Chauvin B.J. Acetabular Fractures. [Updated 2022 Mar 26]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 Jan. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK544315/>.
- Rommens P.M., Bastian J.D. Focus on acetabular fractures. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2021;47(5):1289-1290. doi: 10.1007/s00068-021-01766-1.
- Mohan K., Broderick J.M., Raza H., O'Daly B., Leonard M. Acetabular fractures in the elderly: modern challenges and the role of conservative management. *Ir J Med Sci.* 2022;191(3):1223-1228. doi: 10.1007/s11845-021-02711-2.
- Borrelli J.Jr., Anglen J.O. Acute Total Hip Arthroplasty for Fracture of the Acetabulum. In: *Arthroplasty for the Treatment of Fractures in the Older Patient.* Springer Nature; 2018. p. 129-144.
- Cornell C.N. Management of acetabular fractures in the elderly patient. *HSS J.* 2005;1(1):25-30. doi: 10.1007/s11420-005-0101-7.
- Russell G.V. Jr., Nork S.E., Chip Routt M.L. Jr. Perioperative complications associated with operative treatment of acetabular fractures. *J Trauma.* 2001;51(6):1098-1103. doi: 10.1097/00005373-200112000-00014.
- Manson T.T. Open Reduction and Internal Fixation Plus Total Hip Arthroplasty for the Acute Treatment of Older Patients with Acetabular Fracture: Surgical Techniques. *Orthop Clin North Am.* 2020;51(1):13-26. doi: 10.1016/j.oocl.2019.08.006.
- Harris A.M., Althausen P., Kellam J.F., Bosse M.J. Simultaneous anterior and posterior approaches for complex acetabular fractures. *J Orthop Trauma.* 2008;22(7):494-497. doi: 10.1097/BOT.0b013e3181830d2a.
- Wu H., Shang R., Cai X., Liu X., Song C., Chen Y. Single Iliioinguinal Approach to Treat Complex Acetabular Fractures with Quadrilateral Plate Involvement: Outcomes Using a Novel Dynamic Anterior Plate-Screw System. *Orthop Surg.* 2020;12(2):488-497. doi: 10.1111/os.12648.

13. Swartman B., Pelzer J., Vetter S.Y., Beisemann N., Schnetzke M., Keil H. et al. Minimally invasive surgical treatment of minimally displaced acetabular fractures does not improve pain, mobility or quality of life compared to conservative treatment: a matched-pair analysis of 50 patients. *J Orthop Surg Res.* 2020;15(1):115. doi: 10.1186/s13018-020-01611-y.
14. Goyal T., Singh G., Kumar Tripathy S., Schuh A., Veerappa L.A., Kumar Sen R. Acetabulum fractures in elderly: A systematic review of fracture pattern and treatment. *J Clin Orthop Trauma.* 2020;11(6):989-1001. doi: 10.1016/j.jcot.2020.09.008.
15. Wollmerstädt J., Pieroh P., Schneider I., Zeidler S., Höch A., Josten C. et al. Mortality, complications and long-term functional outcome in elderly patients with fragility fractures of the acetabulum. *BMC Geriatr.* 2020;20(1):66. doi: 10.1186/s12877-020-1471-x.
16. Xue Z., Qin H., Ding H., An Z. A Novel Approach for Treatment of Acetabular Fractures. *Med Sci Monit.* 2016;22:3680-3688. doi: 10.12659/msm.898887.
17. Khira Y.M., El-Aidy S. Surgical treatment of marginal osteochondral impaction in acetabular fractures. *Musculoskelet Surg.* 2018;102(2):139-145. doi: 10.1007/s12306-017-0506-8.
18. Li Y.T., Hung C.C., Chou Y.C., Chen J.E., Wu C.C., Shen H.C. et al. Surgical Treatment for Posterior Dislocation of Hip Combined with Acetabular Fractures Using Preoperative Virtual Simulation and Three-Dimensional Printing Model-Assisted Precontoured Plate Fixation Techniques. *Biomed Res Int.* 2019;2019:3971571. doi: 10.1155/2019/3971571.
19. Lont T., Nieminen J., Reito A., Pakarinen T.K., Pajamäki I., Eskelinen A. et al. Total hip arthroplasty, combined with a reinforcement ring and posterior column plating for acetabular fractures in elderly patients: good outcome in 34 patients. *Acta Orthop.* 2019;90(3):275-280. doi: 10.1080/17453674.2019.1597325.
20. Kashyap S., Mahajan S., Lal M. Effects of topical tranexamic acid during open reduction and internal fixation of acetabular fractures: A retrospective study. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2019;53(3):175-179. doi: 10.1016/j.aott.2019.03.006.
21. Salameh M., Hammad M., Babikir E., Ahmed A.F., George B., Alhaneedi G. The role of patient positioning on the outcome of acetabular fractures fixation through the Kocher-Langenbeck approach. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2021;31(3):503-509. doi: 10.1007/s00590-020-02793-1.
22. Wang C., Chen Y., Wang L., Wang D., Gu C., Lin X. et al. Three-dimensional printing of patient-specific plates for the treatment of acetabular fractures involving quadrilateral plate disruption. *BMC Musculoskelet Disord.* 2020;21(1):451. doi: 10.1186/s12891-020-03370-7.
23. Wang P., Kandemir U., Zhang B., Fei C., Zhuang Y., Zhang K. The effect of new preoperative preparation method compared to conventional method in complex acetabular fractures: minimum 2-year follow-up. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2021;141(2):215-222. doi: 10.1007/s00402-020-03472-w.
24. Yang Y., Zou C., Fang Y. The Stoppa combined with iliac fossa approach for the treatment of both-column acetabular fractures. *J Orthop Surg Res.* 2020;15(1):588. doi: 10.1186/s13018-020-02133-3.
25. Öztürk A.M., Süer O., Şirintürk S., Aktuğlu K., Govsa F., Özer M.A. A retrospective comparison of the conventional versus three-dimensional printed model-assisted surgery in the treatment of acetabular fractures. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2020;54(4):385-393. doi: 10.5152/j.aott.2020.19054.
26. Giannoudis P.V., Grotz M.R., Papakostidis C., Dinopoulos H. Operative treatment of displaced fractures of the acetabulum. A meta-analysis. *J Bone Joint Surg Br.* 2005;87(1):2-9.
27. Ferguson T.A., Patel R., Bhandari M., Matta J.M. Fractures of the acetabulum in patients aged 60 years and older: an epidemiological and radiological study. *J Bone Joint Surg Br.* 2010;92(2):250-257. doi: 10.1302/0301-620X.92B2.22488.
28. Kim C.Y., Trivedi N.N., Sivasundaram L., Ochenjele G., Liu R., Vallier H. Predicting postoperative complications and mortality after acetabular surgery in the elderly: a comparison of risk stratification models. *Current Orthop Practice.* 2020;31(2):162-167. doi: 10.1097/BCO.0000000000000836.
29. Hasegawa I., Hasegawa M., Livingstone J.P., Kane T.J.K. 4th, Lee L. What's New in Geriatric Acetabular Fractures. *Hawaii J Health Soc Welf.* 2022;81(3 Suppl 1):19-24.
30. Rajagopal H.P., Mohan M.M., Kurian B.T., Ramesh L.J., Pilar A., Tamboowalla K.B. Functional outcome following conservative management of acetabular fractures. *Int J Res Orthop.* 2020;6(5):1027-1031. doi: 10.18203/issn.2455-4510.IntJResOrthop20203726.
31. Baker G., McMahon S.E., Warnock M., Johnston A., Cusick L.A. Outcomes of conservatively managed complex acetabular fractures in the frail and elderly one year post injury. *Injury.* 2020;51(2):347-351. doi: 10.1016/j.injury.2019.12.008.
32. Deren M.E., Babu J., Cohen E.M., Machan J., Born C.T., Hayda R. Increased Mortality in Elderly Patients with Sarcopenia and Acetabular Fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2017;99(3):200-206. doi: 10.2106/JBJS.16.00734.
33. Judet R., Judet J., Letournel E. Fractures of the acetabulum: classification and surgical approaches for open reduction. Preliminary report. *J Bone Joint Surg Am.* 1964;46:1615-1646.
34. Letournel E. Acetabulum fractures: classification and management. *Clin Orthop Relat Res.* 1980;(151):81-106.
35. Butler B.A., Lawton C.D., Hashmi S.Z., Stover M.D. The Relevance of the Judet and Letournel Acetabular Fracture Classification System in the Modern Era: A Review. *J Orthop Trauma.* 2019;33 Suppl 2:S3-S7. doi: 10.1097/BOT.0000000000001401.
36. Bible J.E., Wegner A., McClure D.J., Kadakia R.J., Richards J.E., Bauer J.M. et al. One-year mortality after acetabular fractures in elderly patients presenting to a level-1 trauma center. *J Orthop Trauma.* 2014;28(3):154-159. doi: 10.1097/BOT.0b013e31829e801b.
37. Herath S.C., Pott H., Rollmann M.F.R., Braun B.J., Holstein J.H., Höch A. et al. Geriatric Acetabular Surgery: Letournel's Contraindications Then and Now-Data From the German Pelvic Registry. *J Orthop Trauma.* 2019;33 Suppl 2:S8-S13. doi: 10.1097/BOT.0000000000001406.
38. Mauffrey C., Hao J., Cuellar D.O. 3rd, Herbert B., Chen X., Liu B. et al. The epidemiology and injury patterns of acetabular fractures: are the USA and China comparable? *Clin Orthop Relat Res.* 2014;472(11):3332-3337. doi: 10.1007/s11999-014-3462-8.
39. Cavalcante M.C., de Arruda F.A.A., Boni G., Sanchez G.T., Balbachevsky D., Dos Reis F.B. Demographic analysis of acetabular fractures treated in a quaternary care hospital from 2005 to 2016. *Acta Ortop Bras.* 2019;27(6):317-320. doi: 10.1590/1413-785220192706207042.

40. Letournel E., Judet R. Fractures of the Acetabulum. Berlin, Germany: Springer-Verlag; 1993. p. 375-385; 521-540; 591-633.
41. Shazar N., Eshed I., Ackshota N., Hershkovich O., Khazanov A., Herman A. Comparison of acetabular fracture reduction quality by the ilioinguinal or the anterior intrapelvic (modified Rives-Stoppa) surgical approaches. *J Orthop Trauma*. 2014;28(6):313-319. doi: 10.1097/01.bot.0000435627.56658.53.
42. Negrin L.L., Seligson D. Results of 167 consecutive cases of acetabular fractures using the Kocher-Langenbeck approach: a case series. *J Orthop Surg Res*. 2017;12(1):66. doi: 10.1186/s13018-017-0563-6.
43. Matta J.M. Operative treatment of acetabular fractures through the ilioinguinal approach. A 10-year perspective. *Clin Orthop Relat Res*. 1994;(305):10-19.
44. Matta J.M. Fractures of the acetabulum: accuracy of reduction and clinical results in patients managed operatively within three weeks after the injury. *J Bone Joint Surg Am*. 1996;78(11):1632-1645.
45. Kloen P., Siebenrock K.A., Ganz R. Modification of the ilioinguinal approach. *J Orthop Trauma*. 2002;16(8):586-593. doi: 10.1097/00005131-200209000-00008.
46. Cole J.D., Bolhofner B.R. Acetabular fracture fixation via a modified Stoppa limited intrapelvic approach. Description of operative technique and preliminary treatment results. *Clin Orthop Relat Res*. 1994;(305):112-123.
47. Gao Y.S., Zhou Z.B., Tang M.J., Yu X.W., Chen S., Zhang C.Q. et al. Late surgery for acetabular fractures in a Chinese level I trauma centre: surgical experience and outcomes. *Int Orthop*. 2015;39(9):1865-1871. doi: 10.1007/s00264-015-2932-2.
48. Rickman M., Young J., Bircher M., Pearce R., Hamilton M. The management of complex acetabular fractures in the elderly with fracture fixation and primary total hip replacement. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2012;38(5):511-516. doi: 10.1007/s00068-012-0231-9.
49. Yang Y., Li Q., Cui H., Hao Z., Wang Y., Liu J. et al. Modified Ilioinguinal Approach to Treat Pelvic or Acetabular Fractures: A Retrospective Study. *Medicine (Baltimore)*. 2015;94(37):e1491. doi: 10.1097/MD.0000000000001491.
50. Jakob M., Drosner R., Zobrist R., Messmer P., Regazzoni P. A less invasive anterior intrapelvic approach for the treatment of acetabular fractures and pelvic ring injuries. *J Trauma*. 2006;60(6):1364-1370. doi: 10.1097/01.ta.0000208139.97474.f7.
51. Andersen R.C., O'Toole R.V., Nascone J.W., Sciadini M.F., Frisch H.M., Turen C.W. Modified Stoppa approach for acetabular fractures with anterior and posterior column displacement: quantification of radiographic reduction and analysis of interobserver variability. *J Orthop Trauma*. 2010;24(5):271-278. doi: 10.1097/BOT.0b013e3181b2b4ca.

Сведения об авторах

✉ Колесник Александр Иванович — д-р мед. наук, профессор
Адрес: Россия, г. Москва, ул. Онежская, д. 24, стр. 1.
<https://orcid.org/0000-0003-1435-8743>
e-mail: ko-lesnik@mail.ru

Донченко Сергей Викторович — канд. мед. наук
<https://orcid.org/0000-0003-3341-7446>
e-mail: Don_03@mail.ru

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

Иванов Дмитрий Александрович
<https://orcid.org/0000-0002-5821-6774>
e-mail: Ivanovda2001@mail.ru

Тарасов Евгений Петрович
<https://orcid.org/0000-0002-3960-0148>
e-mail: t.john@mail.ru

Ярмamedов Дмитрий Муталифович
<https://orcid.org/0000-0002-4580-5502>
e-mail: D-yarmamedov@mail.ru

Солодилов Иван Михайлович — канд. мед. наук
<https://orcid.org/0000-0001-8219-5582>
e-mail: Ivan_s_007@mail.ru

Authors' information

✉ Alexander I. Kolesnik — Dr. Sci. (Med.), Professor
Address: 24, Onezhskaya str., Moscow, 125413, Russia
<https://orcid.org/0000-0003-1435-8743>
e-mail: ko-lesnik@mail.ru

Sergey V. Donchenko — Cand. Sci. (Med.)
<https://orcid.org/0000-0003-3341-7446>
e-mail: Don_03@mail.ru

Vladislav V. Surikov
<https://orcid.org/0000-0003-3668-2376>
e-mail : Airbag366@yandex.ru

Dmitry A. Ivanov
<https://orcid.org/0000-0002-5821-6774>
e-mail : Ivanovda2001@mail.ru

Evgeniy P. Tarasov
<https://orcid.org/0000-0002-3960-0148>
e-mail: t.john@mail.ru

Dmitry M. Yarmamedov
<https://orcid.org/0000-0002-4580-5502>
e-mail: D-yarmamedov@mail.ru

Ivan M. Solodilov — Cand. Sci. (Med.)
<https://orcid.org/0000-0001-8219-5582>
e-mail: Ivan_s_007@mail.ru



Особенности выделения и допустимые уровни проксимальной мобилизации передних большеберцовых сосудов при несвободной пересадке кровоснабжаемых комплексов тканей

А.Ю. Кочиш¹, А.А. Остапченко²

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

² ООО «Технологии здоровья», г. Санкт-Петербург, Россия

В статье представлена дискуссия с авторами ранее опубликованной статьи (Зелянин Д.А. с соавт. Особенности выделения передних большеберцовых сосудов при формировании костных васкуляризированных трансплантатов. Травматология и ортопедия России. 2022. Т. 28, № 1. с. 89-99).

На основании собственных ранее выполненных топографо-анатомических исследований представлены сведения о деталях топографии ветвей переднего большеберцового сосудистого пучка (ПБСП) и обоснованы допустимые уровни его проксимальной мобилизации при несвободной пересадке кровоснабжаемых комплексов тканей. Прикладное топографо-анатомическое исследование выполнено на 32 нефиксированных препаратах нижних конечностей с целью обоснования операций пластики островковыми кожными лоскутами, выделенными на ПБСП. Артериальное русло голени инъецировали черным натуральным латексом Revultex с последующим прецизионным препарированием и измерениями всех ветвей передней большеберцовой артерии (ПБА) диаметром 0,3 мм и более при помощи бинокулярной лупы с увеличением в 3,3 раза. Были установлены все изученные ветви ПБА, число которых варьировало от 26 до 49 (в среднем 38,5–3,2), а 88,7% из них отходили к трем мышцам передней группы голени. При этом были установлены средние количества ветвей ПБА, отходящих в каждом из 10% интервалов длины голени, а также рассчитаны средние суммарные значения площади поперечного сечений артериальных ветвей в указанных интервалах. Было установлено, что от 28% до 39% суммарного поперечного сечения всех ветвей ПБА локализируются в первом и втором 10% интервалах длины голени, что позволяет обосновать проксимальную границу мобилизации ПБСП. Обоснованными критериями при выборе уровня проксимальной мобилизации ПБСК являются: расположение границы мобилизации не выше уровня верхних 20% длины голени, отнесение этой границы как минимум на 6 см дистальнее места выхода передних большеберцовых сосудов в передний костно-фасциальный футляр голени и сохранение не менее четырех питающих сосудистых пучков, отходящих от ПБСП к передней большеберцовой мышце (два пучка) и к длинному разгибателю пальцев (два пучка).

Ключевые слова: несвободная пересадка кровоснабжаемых комплексов тканей, островковые лоскуты голени, передний большеберцовый сосудистый пучок, топографическая анатомия.

Кочиш А.Ю., Остапченко А.А. Особенности выделения и допустимые уровни проксимальной мобилизации передних большеберцовых сосудов при несвободной пересадке кровоснабжаемых комплексов тканей. Травматология и ортопедия России. 2022;28(3):116-122. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-1806>.

✉ Кочиш Александр Юрьевич; e-mail: auk1959@mail.ru

Рукопись получена: 08.07.2022. Статья опубликована: 12.09.2022.

© Кочиш А.Ю., Остапченко А.А., 2022



Dissection and Permissible Levels of Proximal Mobilization of Anterior Tibial Vessels During Island Flaps Transfer

Aleksandr Yu. Kochish¹, Andrei A. Ostapchenko²

¹ Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian

² Health Technologies, St. Petersburg, Russia

The article presents a discussion with the authors of a previously published article (Zelyanin D.A. et al. Features of the Extraction of the Anterior Tibial Vessels in the Formation of Vascularized Bone Grafts. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2022. Vol. 28, No 1. p. 89-99), as well as on the basis of our own topographic and anatomical studies, the information about the details of the topography of the branches of the anterior tibial vascular bundle (ATVB) and the permissible levels of its proximal mobilization during island flaps transfer are justified.

Topographic and anatomical study was performed on 32 non-fixed specimens of the lower extremities for substantiating plastic surgery with island skin flaps isolated on ATVB. The arterial bed of the lower leg was injected with black natural latex Revultex, followed by precision dissection and measurements of all branches of the anterior tibial artery (ATA) with a diameter of 0.3 mm or more using a binocular magnifier with a magnification of 3.3 times. All the studied branches of ATA were identified, the number of which varied from 26 to 49 (on average 38.5–3.2), and 88.7% of them went to the three muscles of the anterior group of the lower leg. At the same time, the average numbers of ATA branches departing in each of the 10% intervals of the length of the lower leg were determined, and the average total values of the cross-sectional area of arterial branches in these intervals were calculated. It was found that from 28% to 39% of the total cross-section of all branches of the ATA are localized in the first and second 10% intervals of the length of the lower leg, which makes it possible to justify the proximal limit of the mobilization of the ATVB. Reasonable criteria for choosing the level of proximal mobilization of the ATVB are: the location of the mobilization border is not higher than the level of the upper 20% of the length of the lower leg, the assignment of this border, at least 6 cm distal from the exit of the anterior tibial vessels into the anterior bone fascial sheath of the lower leg and the preservation of at least four feeding vascular bundles extending from the ATVB to the tibialis anterior muscle (two bundles) and to the extensor digitorum longus muscle (two bundles).

Keywords: pedicled flaps transfer, island flaps, lower leg, anterior tibial vascular bundle, topographical anatomy.

Cite as: Kochish A.Yu., Ostapchenko A.A. [Dissection and Permissible Levels of Proximal Mobilization of Anterior Tibial Vessels During Island Flaps Transfer]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2022;28(3):116-122. (In Russian). <https://doi.org/10.17816/2311-2905-1806>.

✉ Aleksandr Yu. Kochish; e-mail: auk1959@mail.ru

Submitted: 08.07.2022. Published: 12.09.2022.

© Kochish A.Yu., Ostapchenko A.A., 2022

Обсуждаемая статья представляется интересной и содержательной, так как включает материалы собственного прикладного топографо-анатомического исследования, выполненного с целью обоснования сложных реконструктивных операций, предполагающих несвободную пересадку кровоснабжаемых костных аутотрансплантатов со стопы и голени в область бедра [1]. На наш взгляд, именно такой анатомо-клинический подход, традиции которого были заложены в нашей стране еще Н.И. Пироговым, зачастую требуется для успешного внедрения в клиническую практику новых оперативных вмешательств.

Однако фокус внимания исследователей, опубликовавших обсуждаемую работу, был сконцентрирован на выяснении особенностей топографии ветвей глубокого малоберцового нерва, а основная практическая направленность проведенного исследования связана с возможностями сохранения указанных ветвей при выделении кровоснабжаемых костных аутотрансплантатов на переднем большеберцовом сосудистом пучке (ПБСП). При этом собственно прикладная анатомия указанных сосудов, неплохо изученная в ряде более ранних работ других авторов [2, 3, 4, 5], осталась освещенной недостаточно, что может привести к ряду ошибок и осложнений при выполнении обсуждаемых операций. Поэтому мы решили привлечь внимание к результатам проведенных нами ранее топографо-анатомических исследований, выполненных с целью обоснования операций пластики островковыми кожно-фасциальными лоскутами, которые также выделяли выделяли на передних большеберцовых сосудах голени и пересаживали в несвободном варианте для замещения обширных и глубоких дефектов покровных тканей в области стопы или коленного сустава [5, 6]. Было выполнено более 30 таких операций в период с 1988 по 2000 г. в клинике термических поражений Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова нашим учителем — профессором С.Х. Кичемасовым [2, 6, 7]. По нашему мнению, результаты проведенных нами ранее прикладных топографо-анатомических исследований, опыт участия в указанных операциях и наблюдения за прооперированными пациентами могут быть ценным дополнением к обсуждаемой статье и облегчат для специалистов освоение сложных операций несвободной пластики кровоснабжаемыми костными аутотрансплантатами, пересаживаемыми на передних большеберцовых сосудах.

Прежде всего, хотелось бы обратить внимание на результаты прикладного топографо-анатомического исследования передних большеберцовых сосудов [4], которые были обобщены в 2004 г. в рамках успешно защищенной кандидатской диссертации А.А. Остапченко. В ходе этой работы, вы-

полненной на 32 нефиксированных препаратах нижних конечностей посредством прецизионного препарирования, была тщательно изучена топография передней большеберцовой артерии (ПБА) и всех ее ветвей диаметром 0,3 мм и крупнее. При этом артериальное русло голени предварительно инъецировали черным натуральным латексом Revultex, а препарирование и измерения выполняли с использованием бинокулярной лупы с волоконным осветителем, обеспечивавшей увеличение в 3,3 раза.

По результатам этих исследований были обоснованы несколько возможных вариантов выделения и несвободной пересадки островковых кожно-фасциальных лоскутов голени, которые формировались в средней трети голени на ветвях ПБСП вен и пересаживались на постоянной проксимальной (вариант 1) или дистальной (варианты 2 и 3) сосудистой ножке (рис. 1). При этом первый из представленных на схеме вариантов предполагал мобилизацию питающих лоскут передних большеберцовых сосудов в переднем костно-фасциальном ложе голени по технологии, практически идентичной описанной в статье Д.А. Зелянина с соавторами [1]. Однако возможные пределы выделения в проксимальном направлении ПБСП, сопровождавшегося перевязкой и пересечением всех более дистальных ветвей этого магистрального сосудистого пучка голени, отличались, так как учитывали результаты собственного топографо-анатомического исследования, важнейшие прикладные детали которого представлены нами далее.

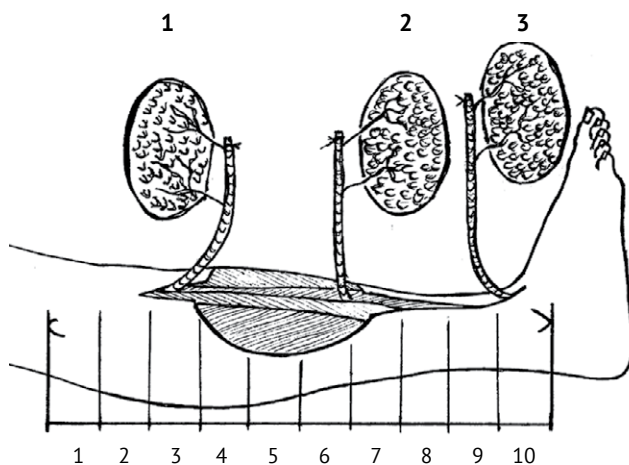


Рис. 1. Схема возможных вариантов формирования островковых сложных кожных лоскутов на переднем большеберцовом сосудистом пучке применительно к 10% интервалам длины голени

Fig. 1. Scheme of possible options for the formation of island complex skin flaps on the anterior tibial vascular bundle in relation to 10% intervals of the lower leg length

На изученном анатомическом материале ПБА проникала в передний костно-фасциальный футляр голени через отверстие в межкостной мембране, располагавшееся ниже уровня щели коленного сустава в среднем на $4,8 \pm 0,9$ см (вариабельность — от 3,6 до 6,1 см). Ее диаметр в этом месте варьировал от 2,7 до 6,1 мм, а в среднем составил $4,5 \pm 0,7$ мм. Проходя далее в указанном футляре, ПБА образовывала от 26 до 49 (в среднем $38,5 \pm 3,2$) ветвей диаметром 0,3 мм и крупнее, большинство из которых (88,7%) были мышечными и направлялись к передней большеберцовой мышце (ПБМ), длинному разгибателю пальцев (ДРП) или длинному разгибателю большого пальца (ДРБП).

Выполненное прецизионное препарирование ветвей ПБА выявило неравномерный характер их распределения на голени, что имело важное значение применительно к изучавшимся операциям. Поэтому в дальнейшем был предпринят анализ распределения выявленных артериальных ветвей по 10% интервалам длины голени, которая измерялась от вершины головки малоберцовой кости до вершины латеральной лодыжки, варьировала на изученном анатомическом материале от 30 до 44 см, а в среднем составила $35,6 \pm 3,2$ см. Результаты такого анализа представлены на гистограмме (рис. 2).

Установлено, что в первом 10% интервале ПБА отдавала сравнительно небольшое число ветвей, а на ряде препаратов (27% наблюдений) место ее

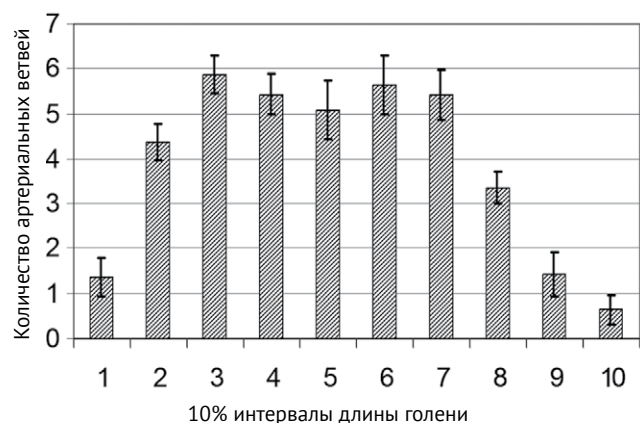


Рис. 2. Распределение ветвей передней большеберцовой артерии по 10% интервалам длины голени (здесь и далее высота столбика отражает среднее арифметическое значение на интервале, а планки погрешностей — 95% ДИ)

Fig. 2. The anterior tibial artery branches distribution over 10% intervals of the lower leg length (here and further, the height of the column reflects the arithmetic mean value on the interval, and the inaccuracy bars are 95% CI)

выхода в передний костно-фасциальный футляр вообще находилось во втором 10% интервале. При этом ветви первых двух интервалов направлялись не только к мышцам передней группы голени, но и к большеберцовой и малоберцовой костям и к коленному суставу. В третьем, четвертом, пятом, шестом и седьмом 10% интервалах ветви ПБА отходили относительно равномерно через каждые 4–11 мм и направлялись преимущественно к ПБМ, ДРП или ДРБП (рис. 3). В восьмом, девятом и десятом 10% интервалах длины голени ветви ПБА встречались статистически значимо реже ($p < 0,05$), чем в третьем-седьмом интервалах. Они кровоснабжали ДРБП, сухожилия мышц передней группы голени, надкостницу большеберцовой кости и кожу, а также участвовали в формировании лодыжковой сети артериальных анастомозов.

Выполненное прецизионное препарирование ветвей ПБА показало, что наиболее крупные из них с закономерным постоянством располагаются в первом и втором 10% интервалах длины голени. Это подтверждается выполненными расчетами суммарного поперечного сечения ветвей ПБА для каждого из таких интервалов, которое определяли по формуле $S = \pi(D/2)^2$ с использованием результатов измерений диаметров (D) изученных артериальных ветвей. Средние значения площади поперечного сечения этих ветвей для каждого из 10% интервалов длины голени представлены на рисунке 4.

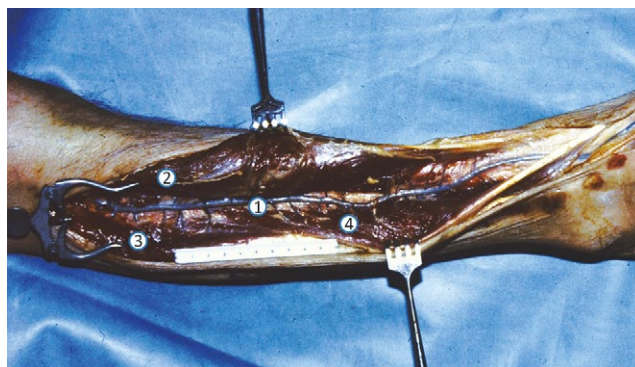


Рис. 3. Ветви передней большеберцовой артерии к мышцам передней группы правой голени; инъекция артерий черным латексом:

- 1 — передняя большеберцовая артерия;
- 2 — передняя большеберцовая мышца;
- 3 — длинный разгибатель пальцев;
- 4 — длинный разгибатель большого пальца стопы

Fig. 3. Branches of the anterior tibial artery to the muscles of the anterior group of the right lower leg; injection of arteries with black latex:

- 1 — arteria tibialis anterior;
- 2 — musculus tibialis anterior;
- 3 — musculus extensor digitorum longus;
- 4 — musculus extensor hallucis longus

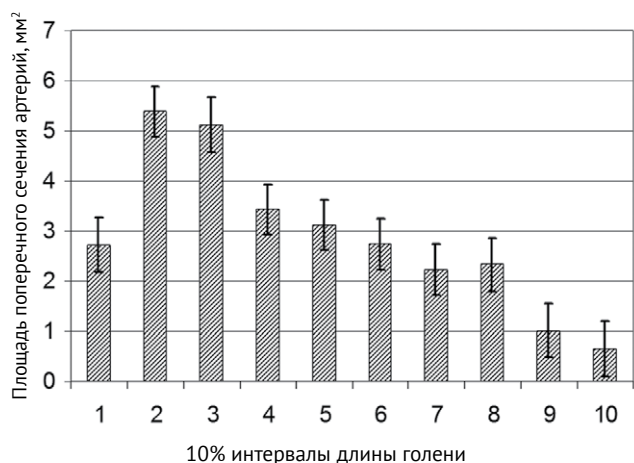


Рис. 4. Распределение средних суммарных сечений ветвей передней большеберцовой артерии по 10% интервалам длины голени

Fig. 4. Histogram of the anterior tibial artery branches average total cross sections distribution over 10% intervals of the lower leg length

При этом на изученных препаратах значения суммарного поперечного сечения ветвей ПБА в первом и втором интервалах составляли от 28% до 39% от этого показателя для всех ветвей ПБА. Преобладание наиболее крупных ветвей ПБСП в пределах наиболее проксимальных 20% длины голени хорошо видно также на представленном препарате (рис. 5). На наш взгляд, эта закономерность имеет важное практическое значения для обоснования техники обсуждаемых операций.

С учетом сказанного считаем целесообразным и обоснованным уровень проксимальной мобилизации ПБСП до нижней границы второго 10% интервала длины голени, в пределах кото-

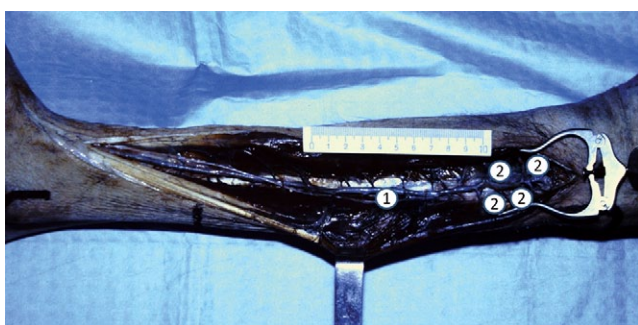


Рис. 5. Крупные ветви передней большеберцовой артерии, отходящие во втором 10% интервале длины голени; инъекция артерий черным латексом:

- 1 — передняя большеберцовая артерия;
- 2 — крупная артериальная ветвь

Fig. 5. Major branches of the anterior tibial artery extending in the second 10% interval of the lower leg length; injection of arteries with black latex:
1 — arteria tibialis anterior;
2 — major arterial branch

рого локализируются наиболее крупные ветви этого сосудистого пучка к ПБМ и ДРП. Ветви к ДРБП в проксимальных отделах голени от ПБА вообще не отходят, так как эта мышца начинается на границе средней и нижней третей этого сегмента, но ее кровоснабжение обеспечивают также ветви малоберцовой артерии и вены, проходящие в передней межмышечной перегородке голени. Точка ротации комплекса тканей, выделенного на ПСПБ, будет находиться при указанном варианте мобилизации сосудов на 7–8 см дистальнее вершины головки малоберцовой кости и на 9–10 см ниже щели коленного сустава. Более проксимальный уровень мобилизации ПБСП с целью увеличить длину питающей сосудистой ножки и дугу ротации выделенных кровоснабжаемых костных трансплантатов, по нашему мнению, опасен нежелательными последствиями для функции двух наиболее крупных мышц передней группы голени — ПБА и ДРП за счет их ишемических повреждений.

В ходе ранее выполненных нами операций несвободной пересадки на ПБСП кожно-фасциальных лоскутов в область коленного сустава мы всегда придерживались правила останавливать проксимальную мобилизацию ПБСП на уровне не менее 6 см от выхода этих сосудов в передний костно-фасциальный футляр голени. При этом следили, чтобы в каждую из двух мышц — ПБА и ДРП — более проксимально входили не менее двух крупных (более 3 мм в диаметре) питающих сосудистых пучков, отходящих от ПБСП. На наш взгляд, именно благодаря этому ни в одном из наших клинических наблюдений в послеоперационном периоде не было зафиксировано существенной потери функции разгибателей стопы и ее пальцев, а также признаков критической ишемии мышц передней группы голени.

Следует отметить, что авторы обсуждаемой статьи рекомендуют более проксимальную мобилизацию ПБСП — до уровня на 4 см дистальнее выхода указанных сосудов в передний костно-фасциальный футляр голени. Это дает выигрыш в длине дуги проксимальной ротации костных ауто трансплантатов на 4 см по сравнению с рекомендуемым нами уровнем — на 6 см дистальнее прохождения ПБСП через межкостную мембрану на голени. Однако при более высокой мобилизации ПБСП остается неясным, какие из его ветвей сохраняются и питают функционально важные мышцы ПБМ и ДРП. При этом в обсуждаемой статье не приводятся данные об ишемических поражениях и потере функции мышц передней группы голени после проведения таких операций в клинике.

Хотелось бы также выразить свое мнение по вопросу максимального сохранения ветвей глубокого малоберцового нерва при мобилизации

ПБСП, к чему, несомненно, следует стремиться. В этом плане данные о деталях топографии ветвей указанного нерва, представленные в обсуждаемой статье, являются значимыми и полезными для оперирующих хирургов.

Однако, судя по нашим наблюдениям, наиболее крупные ветви глубокого малоберцового нерва к мышцам передней группы голени всегда удается сохранить в ходе мобилизации ПБСП при условии использования средств оптического увеличения (бинокулярной лупы) и микрохирургического инструментария. Поэтому более важным условием для сохранения функции этих мышц, на наш взгляд, является достаточность их кровоснабжения после мобилизации передних большеберцовых сосудов. Ишемические повреждения этих мышц, несомненно, могут вызвать даже более значимые нарушения их сократительной функции, чем частичная денервация ввиду пересечения нескольких мелких веточек глубокого малоберцового нерва.

На наш взгляд, обширная мобилизация ПБСП в ходе обсуждаемых операций, предполагающая пресечение всех его ветвей в дистальных отделах голени на протяжении примерно 25–30 см (или около 75% длины сегмента), представляется достаточно опасной в отношении сохранения адекватного кровоснабжения мышц передней группы голени. В ходе ранее выполненных нами вмешательств ветви ПБСП лигировали и пересекали максимум на протяжении 15–20 см (или около 50% длины сегмента) и преимущественно только в средней трети голени. При этом чаще всего выполняли несвободную пересадку кожно-фасциальных лоскутов на дистальной сосудистой ножке для реконструкции тяжело поврежденных стоп, когда сохранение достаточной функции их тыльного сгибания не являлось приоритетом. У паци-

ентов с ложными суставами бедренной кости сохранение функции мышц передней группы голени может быть весьма важным, а серьезные ишемические расстройства в этой области могут возникнуть и через много лет ввиду атеросклеротических поражений артериального русла нижних конечностей. Поэтому с учетом сказанного все преимущества и недостатки сложных операций несвободной пластики кровоснабжаемыми костными аутотрансплантатами, выделенными на постоянной сосудистой ножке, включающей ПБСП, следует тщательно взвешивать в предоперационном периоде с учетом индивидуальных особенностей каждого конкретного пациента.

Авторы настоящей дискуссионной статьи надеются, что представленные в ней прикладные анатомические сведения и опыт выполненных ранее операций несвободной пересадки кровоснабжаемых комплексов тканей на ПБСП будут полезными для хирургов, проводящих обсуждаемые сложные реконструктивные вмешательства, а выбранный ими уровень проксимальной мобилизации передних большеберцовых сосудов будет впредь учитывать обоснованные нами критерии. К таковым, по нашему мнению, относятся расположение проксимальной границы мобилизации переднего большеберцового сосудистого пучка не выше уровня верхних 20% длины голени (при измерениях от вершины головки малоберцовой кости до вершины латеральной лодыжки), отнесение этой границы не менее чем на 6 см дистальнее места выхода передних большеберцовых сосудов в переднее костно-фасциальное ложе голени и сохранение не менее четырех достаточно крупных (диаметром более 3 мм) питающих сосудистых пучков, отходящих от ПБСП к передней большеберцовой мышце (не менее двух пучков) и к длинному разгибателю пальцев (не менее двух пучков).

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Заявленный вклад авторов

Авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Все авторы прочли и одобрили финальную версию рукописи статьи. Все авторы согласны нести ответственность за все аспекты работы, чтобы обеспечить надлежащее рассмотрение и решение всех возможных вопросов, связанных с корректностью и надежностью любой части работы.

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

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

Этическая экспертиза. Не применима.

Информированное согласие на публикацию. Не требуется.

DISCLAIMERS

Author contribution

Authors made equal contributions to the study and the publication.

All authors have read and approved the final version of the manuscript of the article. All authors agree to bear responsibility for all aspects of the study to ensure proper consideration and resolution of all possible issues related to the correctness and reliability of any part of the work.

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

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

Ethics approval. Not applicable.

Consent for publication. Not required.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Зелянин Д.А., Дубров В.Э., Зелянин А.С., Филиппов В.В., Яшин Д.В., Петросян К.А. Особенности выделения передних большеберцовых сосудов при формировании костных васкуляризованных трансплантатов. *Травматология и ортопедия России*. 2022;28(1):89-99. doi: 10.17816/2311-2905-1719. Zelyanin D.A., Dubrov V.E., Zelyanin A.S., Filippov V.V., Yashin D.V., Petrosyan K.A. [Features of the Extraction of the Anterior Tibial Vessels in the Formation of Vascularized Bone Grafts]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2022;28(1):89-99. (In Russian). doi: 10.17816/2311-2905-1719.
2. Вихриев Б.С., Шалаев С.А., Кичемасов С.Х., Кочиш А.Ю., Юсупов Ю.Н., Аминов В.С. и др. Первый опыт пластики островковыми сложными кожными лоскутами голени. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова*. 1988;140(6):96-101. Vikhriev B.S., Shalaev S.A., Kichemasov S.Kh., Kochish A.Yu., Yusupov Yu.N., Aminov V.S. et al. [The first experience of plasty with island complex skin flaps of the lower extremity]. *Vestnik khirurgii im. I.I. Grekova* [Grekov's Bulletin of Surgery]. 1988;140(6):96-101. (In Russian).
3. Вихриев Б.С., Кичемасов С.Х., Скворцов Ю.Р. Отморожения нижних конечностей. В кн. *Местные поражения холодом*. Л.: Медицина; 1991. с. 116-132. Vikhriev B.S., Kichemasov S.Kh., Skvortsov Yu.R. [Frostbite injury to the lower extremities]. In: *Mestnyye porazheniya kholodom* [Local cold injuries]. Leningrad: Meditsina; 1991. p. 116-132. (In Russian).
4. Остапченко А.А., Фомин Н.Ф., Кочиш А.Ю. Анатомо-клинические обоснования вариантов несвободной пластики осевыми кожными лоскутами на магистральных сосудистых пучках голени. В кн.: *Новые оперативные технологии: материалы конф., посвящ. 75-летию юбилею проф. Кирпатовского И.Д.* Москва; 2002. с. 116-119. Ostapchenko A.A., Fomin N.F., Kochish A.Yu. [Anatomical and clinical substantiation of non-free plasty with axial skin flaps on the main vascular bundles of the lower leg]. In: *New surgical techniques: conf proceedings*. Moscow; 2002. p. 116-119. (In Russian).
5. Кичемасов С.Х., Скворцов Ю.Р. Кожная пластика лоскутами с осевым кровоснабжением при ожогах и отморожениях IV степени. Санкт-Петербург: Гиппократ; 2012. 288 с. Kichemasov S.Kh., Skvortsov Yu.R. [Skin plasty with flaps with axial blood supply for burns and frostbite IV degree]. St. Petersburg: Hippocrates; 2012. 288 p. (In Russian).
6. Кичемасов С.Х., Скворцов Ю.Р., Аграчева И.Г., Кудрявцев В.А., Кочиш А.Ю. Кожные лоскуты с осевым кровоснабжением при устранении раневых дефектов стопы. *Травматология, ортопедия и протезирование*. 1990;(1):19-54. Kichemasov S.Kh., Skvortsov Yu.R., Agracheva I.G., Kudryavtsev V.A., Kochish A.Yu. Skin flaps with axial blood supply in the treatment of foot wound defects. *Travmatologiya, ortopediya i protezirovaniye* [Traumatology, orthopedics and prosthetics]. 1990;(1):19-54. (In Russian).
7. Вихриев Б.С., Баутин Е.А., Белоногов Л.И., Кичемасов С.Х., Малахов С.Ф., Пухов В.В. и др. Новые направления оперативного лечения глубоких ожогов. *Казанский медицинский журнал*. 1988;69(3):203-205. doi: 10.17816/kazmj97290. Vikhriev B.S., Bautin E.A., Belonogov L.I., Kichemasov S.K., Malakhov S.F., Pukhov V.V. et al. New directions in the surgical treatment of deep burns. *Kazanskiy meditsinskiy zhurnal* [Kazan Medical Journal]. 1988;69(3):203-205. (In Russian). doi: 10.17816/kazmj97290.

Сведения об авторах

✉ Кочиш Александр Юрьевич — д-р мед. наук, профессор
Адрес: Россия, 195427, г. Санкт-Петербург,
ул. Академика Байкова, д. 8
<https://orcid.org/0000-0002-2466-7120>
e-mail: auk1959@mail.ru

Остапченко Андрей Александрович — канд. мед. наук
<https://orcid.org/0000-0002-2660-9469>
e-mail: aostap@gmail.com

Authors' information

✉ Aleksandr Yu. Kochish — Dr. Sci. (Med.), Professor
Address: 8, Akademika Baykova str., St. Petersburg, 195427,
Russia
<https://orcid.org/0000-0002-2466-7120>
e-mail: auk1959@mail.ru

Andrei A. Ostapchenko — Cand. Sci. (Med.)
<https://orcid.org/0000-0002-2660-9469>
e-mail: aostap@gmail.com



Диагностика глубокой перипротезной инфекции тазобедренного сустава

В.Ю. Мурылев^{1,2}, А.И. Руднев¹, Г.А. Куковенко^{1,2}, П.М. Елизаров^{1,2},
А.В. Музыченков^{1,2}, С.С. Алексеев²

¹ ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет)», Минздрава России, Москва, Россия

² ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.П. Боткина» Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва, Россия

Перипротезная инфекция (ППИ) является одним из наиболее частых и разрушительных осложнений эндопротезирования тазобедренного сустава (ТБС). Ранняя и точная диагностика ППИ позволяет своевременно начать лечение. Описаны различные диагностические инструменты и алгоритмы диагностики ППИ ТБС. Перечислены имеющиеся сывороточные (СОЭ, СРБ, D-димер и др.) и синовиальные (альфа-дефенсин, лейкоцитарная эстераза, D-лактат) биомаркеры, а также их комбинации с целью верификации ППИ. Объединение сывороточных и синовиальных тестов позволяет значительно повысить эффективность диагностики ППИ ТБС.

Ключевые слова: диагностика перипротезной инфекции тазобедренного сустава, синовиальные биомаркеры, сывороточные биомаркеры.

Мурылев В.Ю., Руднев А.И., Куковенко Г.А., Елизаров П.М., Музыченков А.В., Алексеев С.С. Диагностика глубокой перипротезной инфекции тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2022;28(3): 123-135. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-1797>.

Мурылев Валерий Юрьевич; e-mail: nmuril@yandex.ru

Рукопись получена: 11.06.2022. Рукопись одобрена: 12.08.2022. Статья опубликована: 12.09.2022.

© Мурылев В.Ю., Руднев А.И., Куковенко Г.А., Елизаров П.М., Музыченков А.В., Алексеев С.С., 2022



Diagnosis of Deep Periprosthetic Infection of the Hip

Valery Yu. Murylev^{1,2}, Alexander I. Rudnev¹, Grigory A. Kukovenko^{1,2}, Pavel M. Elizarov^{1,2}, Aleksey V. Muzychenkov^{1,2}, Semen S. Alekseev²

¹ Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russian

² Botkin Moscow City Hospital, Moscow, Russian

Periprosthetic infection (PJI) is one of the most frequent and devastating complications of total hip arthroplasty (THA). Early and accurate diagnosis of PJI allows timely initiation of treatment. Various diagnostic tools and algorithms for hip PJI diagnosis are described. The available serum (ESR, CRP, D-dimer, etc.) and synovial (alpha-defensin, leukocyte esterase, D-lactate) biomarkers are listed, as well as their combinations for the purpose of PJI verification. Combined serum and synovial tests can significantly improve the efficiency of PJI hip diagnosis.

Keywords: deep periprosthetic infection of hip, laboratory diagnosis of hip periprosthetic infection, synovial biomarkers, serum biomarkers.

Cite as: Murylev V.Yu., Rudnev A.I., Kukovenko G.A., Elizarov P.M., Muzychenkov A.V., Alekseev S.S. [Diagnosis of Deep Periprosthetic Infection of the Hip]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2022;28(3):123-135. (In Russian). <https://doi.org/10.17816/2311-2905-1797>.

✉ Valery Yu. Murylev; e-mail: nmuril@yandex.ru

Submitted: 11.06.2022. Accepted: 12.08.2022. Published: 12.09.2022.

© Murylev V.Yu., Rudnev A.I., Kukovenko G.A., Elizarov P.M., Muzychenkov A.V., Alekseev S.S., 2022

ВВЕДЕНИЕ

По данным ежегодно публикуемых регистров эндопротезирования тазобедренных суставов (ЭП ТБС), ежегодно увеличивается количество операций первичной артропластики ТБС^{1,2,3,4}. Как следствие, растет и число осложнений, наиболее опасным из которых является перипротезная инфекция (ППИ). По данным тех же регистров эндопротезирования, ППИ занимает одну из первых позиций среди причин ревизионных вмешательств на ТБС после первичного ЭП. Согласно данным ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России за 2007–2020 гг., ППИ занимает второе место в структуре причин ревизионного ЭП ТБС, незначительно уступая лишь асептическому расшатыванию компонентов, — на ее долю приходится 40,8% [1].

По мнению S. Ahmed с соавторами, потребность населения в ЭП ТБС к 2030 г. увеличится на 400%. В связи с уменьшением частоты ревизий по поводу асептического расшатывания компонентов и ревизий по поводу износа пар трения это приведет к тому, что ППИ выйдет на первое место среди причин ревизионных вмешательств после первичного ЭП ТБС [2].

ППИ на сегодняшний день является наиболее грозным осложнением, требующим в некоторых случаях неоднократных ревизионных вмешательств, длительных курсов системных антибактериальных препаратов, что приводит к ухудшению качества жизни пациентов, дефициту костной и мышечной тканей, а также к обширному рубцово-спаечному процессу в области оперированного сустава. В послеоперационном периоде больным с ППИ необходимы длительное наблюдение, пролонгированная антибактериальная, симптоматическая и инфузионная терапия. Как следствие, увеличивается продолжительность стационарного лечения, что влечет за собой дополнительные финансовые затраты на лечение и реабилитацию. Процесс лечения и реабилитации сильно влияет на качество жизни пациентов, зачастую приводя к психическим и психологическим расстройствам. Более того, результатом длительного пребывания в больнице может стать рост резистентной флоры и повышенный риск возникновения тяжелых осложнений, таких как синдром системной воспалительной реакции, тромбоэмболия легочной артерии, сепсис [3, 4, 5]. Показатель смертности

после проведения двухэтапного ревизионного вмешательства по поводу ППИ при наблюдении в течение года составил 4,22%, а при пятилетнем наблюдении — более 21% [6].

На сегодняшний день существует несколько алгоритмов определения, диагностики и лечения ППИ, каждый из которых обладает своими преимуществами и недостатками. Продолжается поиск новых и дальнейшее изучение уже имеющихся диагностических инструментов. Однако до сих пор отсутствует единый общепринятый алгоритм по диагностике ППИ [7, 8].

На Второй международной согласительной конференции по скелетно-мышечной инфекции (ICM — The International Consensus Meeting on Musculoskeletal Infection), проведенной под руководством J. Parvizi в 2018 г., были даны наиболее полные и четкие критерии определения ППИ. Согласно им, инфицированным считается сустав, имеющий хотя бы один из предложенных основных критериев, и/или сустав, сумма баллов малых критериев которого больше или равна 6 [9].

Следует учитывать, что данное определение, как и все результаты ICM, являются исключительно рекомендациями по диагностике и лечению ППИ для сотрудников здравоохранения разных стран. Поэтому использование данных рекомендаций как единого общепринятого стандарта по диагностике и лечению ППИ не может гарантировать 100% эффективность во всех возможных клинических случаях [9].

Наиболее современными и точными на данный момент алгоритмами диагностики и определения ППИ являются: WAIOT (World Association against Infection in Orthopaedics and Trauma), EBJIS 2018 (The European Bone and Joint Infection Society) и ICM 2018 (The International Consensus Meeting on Musculoskeletal Infection). Ознакомиться с основными характеристиками данных алгоритмов можно в работе Д.И. Казанцева с соавторами [10].

КЛАССИФИКАЦИЯ

Согласно классификации ППИ, предложенной M.B. Coventry и D.T. Tsukayama, выделяют четыре типа инфекции в зависимости от времени манифестации симптомов и способа проникновения инфекции в область оперированного сустава:

- I тип — ранняя послеоперационная (до 4 нед.);
- II тип — поздняя хроническая (от 4 нед.);

¹ 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

² The German Arthroplasty Registry - Annual Report 2020. Available from: https://www.eprd.de/fileadmin/user_upload/Dateien/Publikationen/Berichte/AnnualReport2020-Web_2021-05-11_F.pdf.

³ Australian Orthopaedic Association National Joint Replacement Registry. Hip, Knee & Shoulder Arthroplasty: 2021 Annual Report. Available from: <https://aoanjrr.sahmri.com/annual-reports-2021>.

⁴ The National Joint Registry 18th Annual Report 2021 [Internet]. London: National Joint Registry; 2021 Sep. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK576858/>

III тип — острая гематогенная (через год и более);

IV тип — положительная интраоперационная культура (при получении положительных интраоперационных посевов в 2–6 образцах тканей).

Основными проявлениями ранней послеоперационной инфекции (I тип) могут являться появление свища, отек, локальная гиперемия и гипертермия в области оперативного вмешательства, а также такие системные реакции, как нарастание лейкоцитоза в общем анализе крови, лихорадка. Данный тип инфекции устанавливается в течение 4 нед. с момента артропластики ТБС [11].

В случае выявления ранней послеоперационной инфекции используется алгоритм DAIR (дебридмент, антибиотики, сохранение имплантатов) [12]. Выполняется дебридмент сустава с сохранением компонентов эндопротеза, обязательной заменой модульных компонентов (головка/шейка/вкладыш) и микробиологическим исследованием перипротезных тканей (с определением чувствительности микроорганизмов) для назначения дальнейшей таргетной антибактериальной терапии. До получения результатов микробиологического исследования назначается эмпирическая антибактериальная терапия с дальнейшим переходом на препараты согласно результатам посевов [13].

Поздняя хроническая инфекция (II тип) имеет куда менее характерную клиническую картину и иной срок манифестации: чаще всего первые симптомы (умеренные боли в области оперированного ТБС с иррадиацией в паховую область, усиливающиеся при осевой нагрузке) начинают беспокоить пациентов начиная с 4 нед. с момента операции [11]. Лечение при данном типе ППИ подразумевает выполнение одноэтапного или двухэтапного ревизионного эндопротезирования с назначением пролонгированной антибактериальной терапии. В тяжелых случаях специалисты прибегают к выполнению экзартикуляции сустава или даже ампутации конечности [12].

III тип ППИ развивается на фоне бактериемии после перенесенных инфекционных заболеваний мочевыделительной системы, полости рта, дыхательных путей через год и более от момента операции [12]. Следует обращать внимание на имеющиеся очаги хронической инфекции, если уровни диагностических биомаркеров воспаления не снижаются после начала лечения ППИ или в случаях остро появившихся симптомов ППИ на этапе реабилитации [14]. В большинстве случаев первичные очаги острой гематогенной инфекции удается выявить [15], а алгоритм лечения соответствует срокам развития симптомов с момента операции и направлен на санацию очага инфекции и назначение антибактериальных препаратов на длительный срок [11].

IV тип ППИ впервые устанавливается в случае получения роста культур микроорганизмов в двух и более интраоперационных образцах перипротезных тканей во время ревизионных операций. При выявлении IV типа инфекции назначается курс высокодозной антибактериальной терапии согласно результатам микробиологических посевов, взятых во время ревизионного вмешательства, с учетом чувствительности выявленного возбудителя [12], при этом специфических хирургических вмешательств не требуется [11].

ДИАГНОСТИКА

С целью исключения ППИ ТБС диагностика проводится по следующим направлениям: физикальный осмотр, инструментальные методы (рентгенография, компьютерная томография и др.), лабораторные (определение сывороточных/синовиальных биомаркеров), ПЦР-исследование, микробиологическое и цитологическое исследования синовиальной жидкости и образцов перипротезных тканей исследуемого сустава.

Физикальный осмотр

Клиническая оценка, основанная на совокупности симптомов и факторах риска инфицирования, важна для определения наиболее подходящей стратегии диагностики. В некоторых случаях диагноз ППИ можно поставить уже при первичном осмотре пациента. При наличии свища, эритемы и отека в области исследуемого ТБС, а также таких системных воспалительных реакций, как лихорадка, озноб и общее недомогание, установить диагноз ППИ не так сложно. Однако хроническую ППИ клинически трудно отличить от асептического расшатывания компонентов эндопротеза, поскольку клинические признаки инфекции могут полностью отсутствовать [12]. Клиническая картина ППИ зависит от вирулентности вовлеченного этиологического агента, природы инфицированной ткани, пути заражения и длительности заболевания. Даже при отсутствии очевидных данных, свидетельствующих о наличии инфекции, необходимо всегда предполагать возможность развития ППИ [16]. Тщательные сбор и оценка анамнеза пациента, а также клинический осмотр являются важными инструментами скрининга ППИ, позволяя правильно провести диагностический поиск [17].

Инструментальные методы диагностики

Основным методом визуализации при диагностике ППИ является стандартная рентгенография: обзорные рентгенограммы таза и исследуемого ТБС. Простые рентгенограммы особенно полезны при оценке патологического процесса в динамике по сравнению с предыдущими снимками. Признаками, указывающими на разви-

тие патологического процесса, являются полоса просветления (остеолизиса) на границе раздела цемент-кость (при использовании цементной фиксации) или на границе раздела металл-кость (при использовании бесцементной фиксации), которые связаны с разрушением кости [18]. Однако остеолиз и миграция имплантата могут присутствовать на рентгенограммах пациентов и при асептическом расшатывании компонентов эндопротеза [19].

ПЭТ (позитронная эмиссионная томография) с внутривенным введением ¹⁸F-фтордезоксиглюкозы (ФДГ) обеспечивает более высокое пространственное разрешение зон снимка, что дает значительное преимущество данному методу по сравнению с другими методами лучевой диагностики. Однако поскольку нейтрофильные гранулоциты и тканевые макрофаги, поглощающие контрастное вещество, могут присутствовать как при септическом, так и при асептическом процессах, четко дифференцировать этиологию патологического процесса не представляется возможным [20].

Использование магнитно-резонансной томографии (МРТ) и компьютерной томографии (КТ) в диагностике ППИ ограничено из-за их высокой стоимости и низкой специфичности. Однако с целью оценки состояния мягких тканей, расположения сосудисто-нервных образований, а также для выявления свищевых ходов и жидкостных скоплений области ТБС специалисты используют МРТ. А различные режимы подавления металлических артефактов в современных магнитных томографах позволяют еще больше повысить качество изображений [21]. В рамках определения объема ревизионного оперативного вмешательства данные, получаемые при КТ-исследовании пораженного сустава, могут быть крайне полезны [22].

Стоит отметить, что согласно материалам ICM (2018), визуализирующие методы диагностики не включены в качестве рекомендуемых диагностических критериев [9, 17].

Лабораторная диагностика

Сывороточные маркеры

Сывороточные биомаркеры являются быстрым и доступным инструментом диагностики ППИ как в стационаре, так и в амбулаторных условиях [23]. Однако при интерпретации их показателей стоит всегда учитывать сроки от момента операции, сопутствующие заболевания и другие факторы, влияющие на результат [24]. Важно помнить, что ППИ может присутствовать в случаях с нормальными значениями серологических тестов [25].

Скорость оседания эритроцитов и С-реактивный белок

Определение скорости оседания эритроцитов (СОЭ) и С-реактивного белка (СРБ) в настоящее время рекомендуется в качестве скрининговых тестов первой линии для ППИ и является частью диагностических критериев, предложенных ICM (2018). Однако для выявления ППИ СРБ и СОЭ могут быть неэффективны у пациентов с системными воспалительными заболеваниями в анамнезе, а также в раннем послеоперационном периоде [24]. Уровень СОЭ и СРБ достигает пикового значения на 2–3-й день после операции. Показатели СРБ возвращаются к нормальным значениям через месяц с момента операции, а СОЭ — только через 3 мес. [26]. Е.М. Dugdale с соавторами определили оптимальные пороговые значения для диагностики ППИ: в срок до 6 нед. СРБ >100 мг/л, СОЭ >46 мм/ч; в период от 6 до 12 нед. — СРБ >33 мг/л, СОЭ >47 мм/ч. Авторы отмечают, что лабораторные исследования, проведенные в период от 6 до 12 нед. с момента операции, являются более эффективными и достоверными [27].

D-димер

D-димер — это продукт распада фибрина, образующийся, когда плазмин растворяет фибриновый сгусток. Так, при развитии инфекционного процесса в организме происходит активация фибринолитической системы, приводящая, в свою очередь, к повышению уровня D-димера крови [28]. D-димер перспективен в качестве диагностического серологического маркера при ППИ с чувствительностью 89% и специфичностью 93% [29]. Определение D-димера крови является эффективным и точным инструментом диагностики ППИ, особенно у пациентов без признаков коагулопатии в анамнезе [30, 31]. Повышенные уровни D-димера могут указывать на наличие воспалительного процесса, не связанного с инфекцией (тромбозы, онкологические заболевания и др.) [28]. С другой стороны, диагностическая эффективность определения D-димера не превосходит СОЭ и СРБ [32]. Кроме того, отсутствие единого порогового значения D-димера, различные лабораторные системы определения и другие факторы требуют дальнейшего изучения возможности использования сывороточного D-димера в качестве маркера для диагностики ППИ [31].

Интерлейкин-6

Интерлейкин-6 (ИЛ-6) вырабатывается иммунными клетками, индуцируя выработку основных белков острой фазы воспаления, включая СРБ, В- и Т-лимфоциты в присутствии бактериальной

инфекции [33]. Уровень ИЛ-6 в сыворотке крови достигает пиковых значений на 2-й день после неосложненного эндопротезирования сустава и быстро возвращается к нормальным показателям [34]. Сывороточный ИЛ-6 является ценным и точным маркером с большей диагностической точностью, чем СОЭ или СРБ, при диагностике хронической ППИ. В частности, коэффициент диагностических шансов для ИЛ-6 составил 314,7 в сравнении с 13,1 и 7,2 для СРБ и СОЭ соответственно [34]. Совместное определение ИЛ-6 и СРБ в сыворотке крови позволяет выявить ППИ в 100% случаев [35]. В исследовании А. Elgeidi с соавторами при пороговом значении ИЛ-6 в крови >10,4 пг/мл показатели чувствительности, специфичности и точности метода составили 100%; 90,9% и 92,5% соответственно [36].

Некоторые авторы с целью более точного определения ППИ использовали комбинацию сывороточного и синовиального ИЛ-6 [37, 38]. Согласно полученным данным, точность диагностики ППИ при определении комбинации сывороточного и синовиального ИЛ-6 составляет 96,77%, что выше, чем при использовании сывороточного (84,95%) и синовиального (93,55) ИЛ-6 по отдельности [37].

Недостатками метода являются повышенные уровни ИЛ-6 у пациентов с хроническими воспалительными заболеваниями других органов (мочевыводящие пути, легкие, сердце), болезнью Педжета, синдромами иммунодефицита [38].

Синовиальные маркеры

При всех преимуществах весомым недостатком сывороточных тестов является их невысокая специфичность. Так, некоторые биомаркеры могут повышаться в ответ на воспалительные реакции, связанные с другими заболеваниями. Как следствие, в последнее время внимание специалистов, занимающихся ППИ, сосредоточено на оценке биомаркеров синовиальной жидкости как возможном прорыве в диагностике сложных случаев ППИ [17, 37]. Синовиальные биомаркеры обеспечивают высокую точность диагностики ППИ, включая больных с системными заболеваниями, а также пациентов, принимающих антибактериальные препараты [39].

Альфа-дефензин

Альфа-дефензин — провоспалительный биомаркер, который секретируется нейтрофилами человека в ответ на наличие микробных патогенов [40]. Альфа-дефензин может быть обнаружен с помощью лабораторного иммуноферментного анализа (ELISA) или с помощью набора тест-полосок для экспресс-определения альфа-дефензина в синовиальной жидкости [41]. Экспресс-тест является удобной и быстрой альтернативой лабора-

торному анализу (ELISA) и позволяет интраоперационно выявлять ППИ. Качественный результат экспресс-теста доступен уже через 10 мин., что заметно быстрее, чем анализ ELISA (количественный результат в течение 24 ч.). Экспресс-тест на альфа-дефензин был недавно одобрен в США и коммерциализирован специально для диагностики ППИ после выполнения ЭП крупных суставов [17]. Несомненным преимуществом метода является возможность диагностики ППИ у больных с системными воспалительными заболеваниями в анамнезе, а также у пациентов, продолжающих прием антибактериальных препаратов [42, 43]. Однако при загрязнении аспирированной синовиальной жидкости попутной кровью, а также при выраженных явлениях металлоза или образования полиэтиленового дебриса в перипротезных тканях повышается вероятность ложноположительных результатов [44].

Лейкоцитарная эстераза

Лейкоцитарная эстераза (ЛЕ) — это фермент, вырабатываемый нейтрофилами в очаге бактериальной инфекции. Обнаружение ЛЕ традиционно использовалось для диагностики инфекций мочевыводящих путей. ЛЕ, присутствующая в синовиальной жидкости, обнаруживается с помощью недорогих колориметрических тест-полосок. ЛЕ — это быстрый и недорогой метод диагностики ППИ, обладающий высокой специфичностью и чувствительностью [45]. Стоит учитывать, что оценка и интерпретация изменения цвета тест-полосок зависит от выполняющего исследование специалиста. Некоторые специалисты рекомендуют центрифугировать полученную синовиальную жидкость в течение 2 мин. при загрязнении последней попутной кровью или продуктами металлического или полиэтиленового дебриса для выполнения исследования чистой синовиальной жидкости [46].

D-лактат

D-лактат — специфический маркер наличия бактериальной инфекции, является преобладающей формой молочной кислоты, продуцируемой различными видами бактерий и грибов. Уже длительное время данный биомаркер используется специалистами для диагностики бактериальных инфекций [47]. Учитывая небольшое количество исследований использования D-лактата в рамках верификации ППИ, исследования К. Yermak с соавторами и С. Карбышевой с соавторами являются особо ценными. Согласно представленным результатам, уровнем D-лактата в синовиальной жидкости, позволяющим считать сустав инфицированным, является 1,3 ммоль/л с показателями чувствительности 94,3% и специфичности 78,4%

[48]. А при пороговом значении 1,263 ммоль/л чувствительность и специфичность метода составляют 86,4% и 80,8% соответственно [49]. Определение синовиального D-лактата позволяет в короткие сроки (готовый результат в течение 1 ч.) и с высокой чувствительностью верифицировать ППИ [50].

Вязкость синовиальной жидкости

Некоторые авторы предлагают определять вязкость синовиальной жидкости для верификации ППИ. J. Fu с соавторами продемонстрировали, что определение вязкости синовиальной жидкости является потенциально важным методом диагностики ППИ. Согласно их данным, вязкость синовиальной жидкости у больных с ППИ значительно ниже (7,93 мПа/с), чем у пациентов с неинфекционной природой расшатывания компонентов эндопротеза (13,11 мПа/с). Полученные результаты сравнимы по точности диагностики ППИ с показателями сывороточных биомаркеров СРБ, СОЭ и D-димера: чувствительность 93,33% и специфичность 66,67%. Авторы отмечают, что проведенное ими исследование по определению вязкости синовиальной жидкости как маркера ППИ является на данный момент единственным в доступной литературе и говорят о необходимости дальнейших исследований использования данного метода для диагностики ППИ [51].

Цитологическое исследование синовиальной жидкости

Повышение в синовиальной жидкости лейкоцитов >3000 в 1 мкл с наличием нейтрофильного сдвига (>80%) может быть признаком наличия ППИ исследуемого сустава [9]. Стоит обратить внимание на случаи, когда исследование клеточного состава синовиальной жидкости проводится у пациентов со свищевыми ходами, сообщающимися с полостью сустава, что сопровождается обильным отделяемым. Ввиду активной фистулы синовиальная жидкость может и вовсе отсутствовать, а при ее наличии достоверность данных цитологического исследования может быть снижена. Данный факт подтверждается руководством по использованию экспресс-тест-системы, определяющей наличие альфа-дефензиновых белков в аспирате из полости сустава с функционирующей фистулой ввиду повышенного риска получения ложноотрицательных результатов [10].

A. Zahar с соавторами определили чувствительность и специфичность метода в зависимости от принятого порогового значения. Наилучшей диагностической точности удалось достичь при уровне 2582 лейкоцитов/мкл (чувствительность 80,6%; специфичность 85,2%) и ПМН: 66,1% (чувствительность 80,6%; специфичность 83,3%). При

пороговом значении 1630 лейкоцитов/мкл показатели составили: чувствительность 83,6%; специфичность 82,2% и ПМН: 60,5% с показателями чувствительности и специфичности 80,3% и 77,1% соответственно [52].

Диагностическая аспирация сустава

Диагностическая аспирация синовиальной жидкости с последующим микробиологическим и цитологическим анализами является инвазивным методом диагностики ППИ, ее успех зависит от специалиста, выполняющего исследование [53]. С целью прицельного выполнения аспирации полости сустава используются различные методики визуализации, в том числе УЗ- и рентгеноскопическая навигация. Согласно результатам исследования H. Duck с соавторами, точность метода с использованием УЗ-навигации составила 87%, показатели чувствительности и специфичности метода — 83% и 89% соответственно [54]. T. Kanthawang с соавторами оценили эффективность флюороскопической (рентгеноскопической) навигации. Согласно критериям ICM (2018), точность метода при диагностике ППИ составила 78,5%, а показатель чувствительности — 64% [55].

F. Randelli с соавторами провели сравнительный анализ между УЗ-навигацией и флюороскопической навигацией. Согласно полученным данным, УЗ-навигация имела более высокие диагностические показатели при более низкой стоимости в сравнении с флюороскопической навигацией: чувствительность 89% против 60%, специфичность 94% против 81%, стоимости на момент проведения — 125,30 € против 343,58 € за одно исследование [56].

При выполнении диагностической аспирации полости ТБС специалист может столкнуться с получением лишь попутной крови или же с полным отсутствием жидкости («сухой сустав»). Некоторые авторы в случае «сухого сустава» предлагают вводить в полость сустава и сразу же аспирировать 10 мл 0,9% физиологического раствора, а при получении попутной крови рекомендуют разбавлять полученный аспират 0,9% физиологическим раствором [7, 54]. Стоит учитывать, что при разбавлении пунктата возможны искажения в результатах анализов [57]. Так, точность диагностики при получении геморрагического аспирата составляет 69%, а при промывании «сухого сустава» — 60% по сравнению с 87% при исследованиях с получением синовиальной жидкости [54]. C.J. Barker с соавторами проанализировали и определили средний объем аспирации сустава для инфицированных и неинфицированных суставов: 6 мл (2–36 мл) и 11 мл (1–200 мл) соответственно [58]. Важным условием выполнения диагностической аспирации является отмена антибактериальной терапии

не менее чем за 14 дней до выполнения пункции, так как это может способствовать получению недостоверных результатов микробиологического исследования [59]. Также необходимо исключить использование бактериостатических растворов при промывании сустава и использование местной анестезии глубоких тканей в области исследуемого сустава [54, 55].

Методы молекулярной диагностики

Методика с использованием полимеразно-цепной реакции (ПЦР) представляет собой простой и автоматизированный метод анализа образца биоматериала, не требующий инкубационного периода. Новое поколение мультиплексной ПЦР для диагностики ППИ демонстрирует быстрый и точный результат, позволяя идентифицировать возбудителя уже в течение 5 ч., что в сравнении со стандартным микробиологическим исследованием (5–14 дней) дает возможность своевременно назначить таргетную антибактериальную терапию [60].

С. Li с соавторами продемонстрировали совокупные показатели чувствительности и специфичности метода в 70% и 92% [61]. С. Lausmann с соавторами считают, что ПЦР-диагностика позволяет выявлять даже культуroneгативные инфекции, в том числе у больных, принимающих антибактериальные препараты [60].

Недостатки ПЦР связаны с типом исследования: мультиплексная ПЦР позволяет идентифицировать конкретные организмы в зависимости от используемых праймеров в отличие от ПЦР широкого спектра, которая способна выявлять ДНК многих видов культур, однако не способна определить микробные ассоциации. К недостаткам можно также отнести высокую стоимость исследования (1200 ¥) [62, 63]. Тем не менее ПЦР-диагностика способна стать быстрым и точным тестом, дополняющим традиционное микробиологическое исследование [64].

Микробиологическое исследование

На сегодняшний день золотым стандартом диагностики ППИ является микробиологическое исследование синовиальной жидкости, а также интраоперационных образцов перипротезных тканей [9]. По данным X. Qu с соавторами, чувствительность и специфичность метода составляет 70 и 94% соответственно, что говорит о высокой диагностической ценности метода [65].

Для получения точных результатов микробиологического исследования необходимо строго соблюдать правила сбора, обработки и транспортировки биоматериала [10]. Важным требованием к проведению микробиологического исследования является отмена антибактериальной терапии не

менее чем за 14 дней [66]. Вероятность ложноположительных (контаминация при заборе материала) и ложноотрицательных (культуroneгативные инфекции/микроорганизмы в составе биопленок/слабовирулентные штаммы) результатов в совокупности со сроками получения результата до 14 дней являются весомыми недостатками данного метода [67, 68].

Соникация

В рамках интраоперационной диагностики ППИ активно используется соникация (УЗ-обработка удаленных компонентов эндопротеза) с последующим микробиологическим исследованием полученной жидкости. По данным некоторых авторов, это позволило повысить точность диагностики ППИ за счет разрушения биопленок под действием УЗ-волн и дисперсии микроорганизмов в соникационной жидкости и установить диагноз в ситуациях, ранее трактованных как асептическое расшатывание [20]. Показатель чувствительности при использовании соникации значительно превосходит стандартное микробиологическое исследование образцов тканей: 97% против 57% для синовиальной жидкости и против 70% для образцов перипротезных тканей. Однако специфичность метода соникации сопоставима со стандартным микробиологическим исследованием: 90% и 100% соответственно [69]. При объединении методов соникации и микробиологического исследования показатель чувствительности составил 96,3% [70].

Особенности соблюдения алгоритма предоперационной диагностики перипротезной инфекции

Выполняя диагностический алгоритм, специалист может столкнуться с некоторыми трудностями. Так, например, не всегда удается получить жидкость при аспирации ТБС. В этом случае использование синовиальных биомаркеров при диагностике ППИ не представляется возможным.

Т.Н. Christensen с соавторами считают, что необходимо уделять особое внимание интерпретации результатов при диагностике ППИ в «сухих суставах» [71].

В случаях получения неоднозначных результатов микробиологического исследования, а также серологических и синовиальных тестов, стоит четко придерживаться выбранного алгоритма диагностики и определения ППИ. Важно соблюдать этапность диагностических мероприятий — выполнять комплексное предоперационное диагностическое исследование двух- и даже трехкратно с интервалом в 14–30 дней [7].

Стоит отметить, что даже несмотря на все возможные диагностические мероприятия, по дан-

ным R.S. Charette и С.М. Melnic, частота встречаемости культуронегативных инфекций варьирует от 2 до 18% [72].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диагностика ППИ остается трудной задачей, решить которую возможно, используя мультидисциплинарный подход, а также дополнительно обучая врачей амбулаторного звена и специалистов стационаров быть настороженными в отношении ППИ. Согласно данным уже имеющихся научных

исследований, именно объединение результатов сывороточных и синовиальных тестов, а также использование мультидисциплинарного подхода позволяет повысить скорость и точность диагностики ППИ.

Разработка и исследование новых методов диагностики, обладающих большей точностью, простотой, удобством и дешевизной будут способствовать повышению эффективности диагностики ППИ, что в свою очередь, позволит избежать возможных неблагоприятных последствий.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Заявленный вклад авторов

Мурьев В.Ю. — разработка дизайна исследования, обзор публикаций по теме статьи, анализ полученных данных, написание текста рукописи, коррекция и окончательная редакция рукописи.

Руднев А.И. — разработка дизайна исследования, обзор публикаций по теме статьи, сбор и анализ данных, написание текста рукописи.

Куковенко Г.А. — разработка дизайна исследования, обзор публикаций по теме статьи, сбор и анализ данных, написание текста рукописи.

Елизаров П.М. — разработка дизайна исследования, анализ полученных данных.

Музыченков А.В. — сбор и анализ данных

Алексеев С.С. — сбор и анализ данных.

Все авторы прочли и одобрили финальную версию рукописи статьи. Все авторы согласны нести ответственность за все аспекты работы, чтобы обеспечить надлежащее рассмотрение и решение всех возможных вопросов, связанных с корректностью и надежностью любой части работы.

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

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

Этическая экспертиза. Не применима.

Информированное согласие на публикацию. Не требуется.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. 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;(3):119-142. doi: 10.21823/2311-2905-2021-27-3-119-142. Shubnyakov I.I., Riahi A., Denisov A.O., Korytkin A.A., Aliyev 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]. *Traumatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2021;(3):119-142. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2021-27-3-119-142.

DISCLAIMERS

Author contribution

Murylev V.Yu. — design of the study, literature review, analysis and statistical processing of data, writing the draft, editing.

Rudnev A.I. — design of the study, literature review, writing the draft, editing.

Kukovenko G.A. — design of the study, literature review, collection and processing of material, writing the draft.

Elizarov P.M. — design of the study, analysis and statistical processing of data.

Muzychenkov A.V. — collection and processing of material.

Alekseev S.S. — collection and processing of material.

All authors have read and approved the final version of the manuscript of the article. All authors agree to bear responsibility for all aspects of the study to ensure proper consideration and resolution of all possible issues related to the correctness and reliability of any part of the work.

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

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

Ethics approval. Not applicable.

Consent for publication. Not required.

2. Ahmed S.S., Begum F., Kayani B., Haddad F.S. Risk factors, diagnosis and management of prosthetic joint infection after total hip arthroplasty. *Expert Rev Med Devices*. 2019;16(12):1063-1070. doi: 10.1080/17434440.2019.1696673.
3. Winkler T., Trampuz A., Hardt S., Janz V., Kleber C., Perka C. [Periprosthetic infection after hip arthroplasty]. *Orthopade*. 2014;43(1):70-78. (In German). doi: 10.1007/s00132-013-2132-y.
4. 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;(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] *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2018;(4):20-31. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-20-31.
5. Nishimura S., Matsumae T., Murakami Y., Abe Y., Sasatomi Y., Nagayoshi I. et al. Chronic renal failure due to amyloid nephropathy caused by chronic infection after total hip replacement. *CEN Case Rep.* 2014;3(2):217-222. doi: 10.1007/s13730-014-0121-6.
 6. Natsuhara K.M., Shelton T.J., Meehan J.P., Lum Z.C. Mortality During Total Hip Periprosthetic Joint Infection. *J Arthroplasty.* 2019;34(7S):S337-S342. doi: 10.1016/j.arth.2018.12.024.
 7. Николаев Н.С., Пчелова Н.Н., Преображенская Е.В., Назарова В.В., Добровольская Н.Ю. «Неожиданные» инфекции при асептических ревизиях. *Травматология и ортопедия России.* 2021;(3):56-70. doi: 10.21823/2311-2905-2021-27-3-56-70.
Nikolaev N.S., Pchelova N.N., Preobrazhenskaya E.V., Nazarova V.V., Dobrovolskaya N.Yu. [“Unexpected” Infections in Revision Arthroplasty for Aseptic Loosening]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2021;(3):56-70. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2021-27-3-56-70.
 8. Chisari E., Parvizi J. Accuracy of blood-tests and synovial fluid-tests in the diagnosis of periprosthetic joint infections. *Expert Rev Anti Infect Ther.* 2020;18(11):1135-1142. doi: 10.1080/14787210.2020.1792771.
 9. Материалы Второй международной согласительной конференции по скелетно-мышечной инфекции. Пер. с англ. ; под общ. ред. Р.М. Тихилова, С.А. Божковой, И.И. Шубнякова. СПб. : РНИИТО им. Р.Р. Вредена, 2019. 314 с.
[Proceedings of the Second International Consensus Meeting on Musculoskeletal Infection]. Transl. into Russian; ed. by R. Tikhilov et al. St. Petersburg, 2019. 314 p.
 10. Казанцев Д.И., Божкова С.А., Золовкина А.Г., Пелеганчук В.А., Батрак Ю.М. Диагностика поздней перипротезной инфекции крупных суставов. Какой диагностический алгоритм выбрать? *Травматология и ортопедия России.* 2020;(4):9-20. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-4-9-20.
Kazantsev D.I., Bozhkova S.A., Zolovkina A.G., Peleganchuk V.A., Batrak Yu.M. [Diagnosis of Late Periprosthetic Joint Infection. Which Diagnostic Algorithm to Choose?]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;(4):9-20. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-4-9-20.
 11. Tsukayama D.T., Estrada R., Gustilo R.B. Infection after total hip arthroplasty. A study of the treatment of one hundred and six infections. *J Bone Joint Surg Am.* 1996;78(4):512-523. doi: 10.2106/00004623-199604000-00005.
 12. Мурылев В., Куковенко Г., Елизаров П., Рукин Я., Цыгин Н. Перипротезная инфекция при эндопротезировании тазобедренного сустава. *Врач.* 2018;(3):17-22. doi: 10.29296/258773052018-03-04.
Murylev V., Kukovenko G., Elizarov P., Rukin Ya., Tsigin N. [Periprosthetic infection during hip arthroplasty]. *Vrach.* 2018;(3):17-22. (In Russian). doi: 10.29296/258773052018-03-04, p 17-22.
 13. Tatarelli P., Romani T., Santoro V., Spezia M., Gallo A., Ripamonti G. et al. Debridement, antibiotics and implant retention (DAIR): An effective treatment option for early prosthetic joint infections. *J Infect Chemother.* 2021;27(8):1162-1168. doi: 10.1016/j.jiac.2021.03.009.
 14. Li C., Renz N., Trampuz A., Ojeda-Thies C. Twenty common errors in the diagnosis and treatment of periprosthetic joint infection. *Int Orthop.* 2020;44(1):3-14. doi: 10.1007/s00264-019-04426-7.
 15. Rakow A., Perka C., Trampuz A., Renz N. Origin and characteristics of haematogenous periprosthetic joint infection. *Clin Microbiol Infect.* 2019;25(7):845-850. doi: 10.1016/j.cmi.2018.10.010.
 16. Portillo M.E., Salvadó M., Alier A., Sorli L., Martínez S., Horcajada J.P. et al. Prosthesis failure within 2 years of implantation is highly predictive of infection. *Clin Orthop Relat Res.* 2013;471(11):3672-3678. doi: 10.1007/s11999-013-3200-7.
 17. Kim S.J., Cho Y.J. Current Guideline for Diagnosis of Periprosthetic Joint Infection: A Review Article. *Hip Pelvis.* 2021;33(1):11-17. doi: 10.5371/hp.2021.33.1.11.
 18. Kurcz B., Lyons J., Sayeed Z., Anoushiravani A.A., Iorio R. Osteolysis as it Pertains to Total Hip Arthroplasty. *Orthop Clin North Am.* 2018;49(4):419-435. doi: 10.1016/j.ocl.2018.06.001.
 19. Signore A., Sconfienza L.M., Borens O., Glaudemans A.W.J.M., Cassar-Pullicino V., Trampuz A. et al. Consensus document for the diagnosis of prosthetic joint infections: a joint paper by the EANM, EBJS, and ESR (with ESCMID endorsement). *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2019;46(4):971-988. doi: 10.1007/s00259-019-4263-9.
 20. Винклер Т., Трампуш А., Ренц Н., Перка К., Божкова С.А. Классификация и алгоритм диагностики и лечения перипротезной инфекции тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России.* 2016;(1):33-45. doi: 10.21823/2311-2905-2016-0-1-33-45.
Winkler T., Trampuz A., Renz N., Perka C., Bozhkova S.A. [Classification and algorithm for diagnosis and treatment of hip periprosthetic infection]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2016;(1):33-45. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2016-0-1-33-45.
 21. Gao Z., Jin Y., Chen X., Dai Z., Qiang S., Guan S. et al. Diagnostic Value of MRI Lamellated Hyperintense Synovitis in Periprosthetic Infection of Hip. *Orthop Surg.* 2020;12(6):1941-1946. doi: 10.1111/os.12789.
 22. Коваленко А.Н., Шубняков И.И., Джавадов А.А., Билык С.С., Черкасов М.А., Амбросенков А.В. и др. Роль трехмерной визуализации при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава. *Гений ортопедии.* 2020;26(3):364-369. doi: 10.18019/1028-4427-2020-26-3-364-369.
Kovalenko A.N., Shubniakov I.I., Dzhabadov A.A., Bilyk S.S., Cherkasov M.A., Ambrosenkov A.V. et al. [The role of three-dimensional visualization in revision hip arthroplasty]. *Genij Ortopedii.* 2020;26(3):364-369. (In Russian). doi: 10.18019/1028-4427-2020-26-3-364-369.
 23. Vicenti G., Bizzoca D., Nappi V., Pesce V., Solarino G., Carrozzo M. et al. Serum biomarkers in the diagnosis of periprosthetic joint infection: consolidated evidence and recent developments. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2019;23(2 Suppl):43-50. doi: 10.26355/eurev.201904.17473.
 24. Середва А.П., Кавалерский Г.М., Мурылев В.Ю., Рукин Я.А. Диагностика перипротезной инфекции. Часть 1: серология. *Травматология и ортопедия России.* 2014;(4):115-126.

- Sereda A.P., Kavalersky G.M., Murylev V.Yu., Rukin Ya.A. [Periprosthetic infection diagnosis. Part 1: serology] *Traumatalogiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2014;(4):115-126. (In Russian).
25. McArthur B.A., Abdel M.P., Taunton M.J., Osmon D.R., Hanssen A.D. Seronegative infections in hip and knee arthroplasty: periprosthetic infections with normal erythrocyte sedimentation rate and C-reactive protein level. *Bone Joint J.* 2015;97-B(7):939-944. doi: 10.1302/0301-620X.97B7.35500.
 26. De Maio F., Fidone G., Caterini A., Gorgolini G., Petrunaro L., Farsetti P. Monitoring of C-reactive protein level (CRP) and Erythrocyte sedimentation rate (ESR) after total hip and knee arthroplasty. *J Biol Regul Homeost Agents.* 2020;34(5 Suppl. 1):63-68.
 27. Dugdale E.M., Uvodich M.E., Osmon D.R., Pagnano M.W., Berry D.J., Abdel M.P. Laboratory Value Effectiveness in Predicting Early Postoperative Periprosthetic Joint Infection After Total Hip Arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2022;37(3):574-580. doi: 10.1016/j.arth.2021.11.007.
 28. Mikula T., Sapula M., Jablonska J., Kozłowska J., Stańczak W., Krankowska D. et al. Significance of Heparin-Binding Protein and D-dimers in the Early Diagnosis of Spontaneous Bacterial Peritonitis. *Mediators Inflamm.* 2018;2018:1969108. doi: 10.1155/2018/1969108.
 29. Shahi A., Kheir M.M., Tarabichi M., Hosseinzadeh H.R.S., Tan T.L., Parvizi J. Serum D-Dimer Test Is Promising for the Diagnosis of Periprosthetic Joint Infection and Timing of Reimplantation. *J Bone Joint Surg Am.* 2017;99(17):1419-1427. doi: 10.2106/JBJS.16.01395.
 30. Yan J., Xie K., Jiang X., Han X., Wang L., Yan M. D-dimer for diagnosis of periprosthetic joint infection: A meta-analysis. *J Orthop Sci.* 2021;26(6):1036-1042. doi: 10.1016/j.jos.2020.09.015.
 31. Wang R., Zhang H., Ding P., Jiao Q. The accuracy of D-dimer in the diagnosis of periprosthetic infections: a systematic review and meta-analysis. *J Orthop Surg Res.* 2022;17(1):99. doi: 10.1186/s13018-022-03001-y.
 32. Xiong L., Li S., Dai M. Comparison of D-dimer with CRP and ESR for diagnosis of periprosthetic joint infection. *J Orthop Surg Res.* 2019;14(1):240. doi: 10.1186/s13018-019-1282-y.
 33. Tanaka T., Narazaki M., Kishimoto T. IL-6 in inflammation, immunity, and disease. *Cold Spring Harb Perspect Biol.* 2014;6(10):a016295. p.1-16; doi: 10.1101/cshperspect.a016295.
 34. Berbari E., Mabry T., Tsaras G., Spangehl M., Erwin P.J., Murad M.H. et al. Inflammatory blood laboratory levels as markers of prosthetic joint infection: a systematic review and meta-analysis. *J Bone Joint Surg Am.* 2010;92(11):2102-2109. doi: 10.2106/JBJS.I.01199.
 35. Buttaro M.A., Tanoira I., Comba F., Piccaluga F. Combining C-reactive protein and interleukin-6 may be useful to detect periprosthetic hip infection. *Clin Orthop Relat Res.* 2010;468(12):3263-3267. doi: 10.1007/s11999-010-1451-0.
 36. Elgeidi A., Elganainy A.E., Abou Elkhier N., Rakha S. Interleukin-6 and other inflammatory markers in diagnosis of periprosthetic joint infection. *Int Orthop.* 2014;38(12):2591-2595. doi: 10.1007/s00264-014-2475-y.
 37. Qin L., Li X., Wang J., Gong X., Hu N., Huang W. Improved diagnosis of chronic hip and knee prosthetic joint infection using combined serum and synovial IL-6 tests. *Bone Joint Res.* 2020;9(9):587-592. doi: 10.1302/2046-3758.99.BJR-2020-0095.R1.
 38. Randau T.M., Friedrich M.J., Wimmer M.D., Reichert B., Kuberra D., Stoffel-Wagner B. et al. Interleukin-6 in serum and in synovial fluid enhances the differentiation between periprosthetic joint infection and aseptic loosening. *PLoS One.* 2014;9(2):e89045. doi: 10.1371/journal.pone.0089045.
 39. Deirmengian C., Kardos K., Kilmartin P., Cameron A., Schiller K., Parvizi J. Diagnosing periprosthetic joint infection: has the era of the biomarker arrived? *Clin Orthop Relat Res.* 2014;472(11):3254-3262. doi: 10.1007/s11999-014-3543-8.
 40. Ganz T. Defensins: antimicrobial peptides of innate immunity. *Nat Rev Immunol.* 2003;3(9):710-720. doi: 10.1038/nri1180.
 41. Bonanzinga T., Ferrari M.C., Tanzi G., Vandenbulcke F., Zahar A., Marcacci M. The role of alpha defensin in prosthetic joint infection (PJI) diagnosis: a literature review. *EFORT Open Rev.* 2019;4(1):10-13. doi: 10.1302/2058-5241.4.180029.
 42. Deirmengian C., Kardos K., Kilmartin P., Cameron A., Schiller K., Parvizi J. Combined measurement of synovial fluid α -Defensin and C-reactive protein levels: highly accurate for diagnosing periprosthetic joint infection. *J Bone Joint Surg Am.* 2014;96(17):1439-1445. doi: 10.2106/JBJS.M.01316.
 43. Shahi A., Parvizi J., Kazarian G.S., Higuera C., Frangiamore S., Bingham J. et al. The Alpha-defensin Test for Periprosthetic Joint Infections Is Not Affected by Prior Antibiotic Administration. *Clin Orthop Relat Res.* 2016;474(7):1610-1615. doi: 10.1007/s11999-016-4726-2.
 44. Bonanzinga T., Zahar A., Dütsch M., Lausmann C., Kendoff D., Gehrke T. How Reliable Is the Alpha-defensin Immunoassay Test for Diagnosing Periprosthetic Joint Infection? A Prospective Study. *Clin Orthop Relat Res.* 2017;475(2):408-415. doi: 10.1007/s11999-016-4906-0.
 45. Parvizi J., Jacovides C., Antoci V., Ghanem E. Diagnosis of periprosthetic joint infection: the utility of a simple yet unappreciated enzyme. *J Bone Joint Surg Am.* 2011;93(24):2242-2248. doi: 10.2106/JBJS.J.01413.
 46. Chisari E., Yacovelli S., Goswami K., Shohat N., Woloszyn P., Parvizi J. Leukocyte Esterase Versus ICM 2018 Criteria in the Diagnosis of Periprosthetic Joint Infection. *J Arthroplasty.* 2021;36(8):2942-2945.e1. doi: 10.1016/j.arth.2021.03.006.
 47. Семенов Д.М. D-лактат как маркер дисбиотических и воспалительных заболеваний нижнего отдела половых путей у женщин. *Вестник Витебского государственного медицинского университета.* 2016;15(4):40-45. Semenov D.M. [D-lactate as a marker of dysbiotic and inflammatory diseases of the lower genital tract in women] *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta* [Vestnik of the Vitebsk State Medical University]. 2016;15(4):40-45. (In Russian).
 48. Karbysheva S., Yermak K., Grigoricheva L., Renz N., Perka C., Trampuz A. Synovial Fluid d-Lactate-A Novel Pathogen-Specific Biomarker for the Diagnosis of Periprosthetic Joint Infection. *J Arthroplasty.* 2020;35(8):2223-2229.e2. doi: 10.1016/j.arth.2020.03.016.
 49. Yermak K., Karbysheva S., Perka C., Trampuz A., Renz N. Performance of synovial fluid D-lactate for the diagnosis of periprosthetic joint infection: A prospective observational study. *J Infect.* 2019;79(2):123-129. doi: 10.1016/j.jinf.2019.05.015.

50. Карбышева С.Б., Григоричева Л.Г., Жильцов И.В., Семенов В.М., Золовкина А.Г., Веремей И.С. и др. D-лактат – маркер бактериального воспаления нативных и протезированных суставов. *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(2):6-14. doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-2-6-14. Karbysheva S.B., Grigoricheva L.G., Zhylytsov I.V., Semenov V.M., Zolovkina A.G., Veremei I.S. et al. [Synovial Fluid D-lactate – Bacterial-Specific Marker for Infection of Native and Prosthetic Joints]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(2):6-14. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-2-6-14.
51. Fu J., Ni M., Chai W., Li X., Hao L., Chen J. Synovial Fluid Viscosity Test is Promising for the Diagnosis of Periprosthetic Joint Infection. *J Arthroplasty*. 2019;34(6):1197-1200. doi: 10.1016/j.arth.2019.02.009.
52. Zahar A., Lausmann C., Cavalheiro C., Dhamangaonkar A.C., Bonanzinga T., Gehrke T. et al. How Reliable Is the Cell Count Analysis in the Diagnosis of Prosthetic Joint Infection? *J Arthroplasty*. 2018;33(10):3257-3262. doi: 10.1016/j.arth.2018.05.018.
53. Tingle S.J., Marriott A., Partington P.F., Carluke I., Reed M.R. Performance and learning curve of a surgical care practitioner in completing hip aspirations. *Ann R Coll Surg Engl*. 2016;98(8):543-546. doi: 10.1308/rcsann.2016.0315.
54. Duck H., Tanner S., Zillmer D., Osmon D., Perry K. Value of ultrasound-guided aspiration of hiparthroplasties performed in an orthopedic clinic byorthopedic surgeons. *J Bone Jt Infect*. 2021;6(9):393-403. doi: 10.5194/jbji-6-393-2021.
55. Kanthawang T., Bodden J., Joseph G.B., Vail T., Ward D., Patel R. et al. Diagnostic value of fluoroscopy-guided hip aspiration for periprosthetic joint infection. *Skeletal Radiol*. 2021;50(11):2245-2254. doi: 10.1007/s00256-021-03795-8.
56. Randelli F., Brioschi M., Randelli P., Ambrogi F., Sdao S., Aliprandi A. Fluoroscopy- vs ultrasound-guided aspiration techniques in the management of periprosthetic joint infection: which is the best? *Radiol Med*. 2018;123(1):28-35. doi: 10.1007/s11547-017-0811-1.
57. Deirmengian C., Feeley S., Kazarian G.S., Kardos K. Synovial Fluid Aspirates Diluted with Saline or Blood Reduce the Sensitivity of Traditional and Contemporary Synovial Fluid Biomarkers. *Clin Orthop Relat Res*. 2020;478(8):1805-1813. doi: 10.1097/CORR.0000000000001188.
58. Barker C.J., Marriot A., Khan M., Oswald T., Tingle S.J., Partington P.F. et al. Hip aspiration culture: analysing data from a single operator series investigating periprosthetic joint infection. *J Bone Jt Infect*. 2021; 6(6):165-170. doi: 10.5194/jbji-6-165-2021.
59. Aalirezaie A., Bauer T.W., Fayaz H., Griffin W., Higuera C.A., Krenn V. et al. Hip and Knee Section, Diagnosis, Reimplantation: Proceedings of International Consensus on Orthopedic Infections. *J Arthroplasty*. 2019;34(2S):S369-S379. doi: 10.1016/j.arth.2018.09.021.
60. Lausmann C., Kolle K.N., Citak M., Abdelaziz H., Schulmeyer J., Delgado G.D. et al. How reliable is the next generation of multiplex-PCR for diagnosing prosthetic joint infection compared to the MSIS criteria? Still missing the ideal test. *Hip Int*. 2020;30(1_suppl):72-77. doi: 10.1177/1120700020938576.
61. Li C., Li H., Yang X., Zhu F.Z., Xu C., Trampuz A. Meta-analysis of synovial fluid polymerase chain reaction for diagnosing periprosthetic hip and knee infection. *J Orthop Surg Res*. 2022;17(1):3. doi: 10.1186/s13018-021-02813-8.
62. Lausmann C., Zahar A., Citak M., Brañes J., Schmidl S., Frommelt L. et al. Are There Benefits In Early Diagnosis Of Prosthetic Joint Infection With Multiplex Polymerase Chain Reaction? *J Bone Jt Infect*. 2017;2(4):175-183. doi: 10.7150/jbji.22062.
63. Chen J., Wei H., Fang X., Cai Y., Zhang Z., Wang Y. et al. A pragmatic eLCR for an ultrasensitive detection of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in joint synovial fluid: superior to qPCR. *Analyst*. 2021;146(11):3500-3509. doi: 10.1039/d1an00350j.
64. Morgenstern C., Cabric S., Perka C., Trampuz A., Renz N. Synovial fluid multiplex PCR is superior to culture for detection of low-virulent pathogens causing periprosthetic joint infection. *Diagn Microbiol Infect Dis*. 2018;90(2):115-119. doi: 10.1016/j.diagmicrobio.2017.10.016.
65. Qu X., Zhai Z., Wu C., Jin F., Li H., Wang L. et al. Preoperative aspiration culture for preoperative diagnosis of infection in total hip or knee arthroplasty. *J Clin Microbiol*. 2013;51(11):3830-3834. doi: 10.1128/JCM.01467-13.
66. Tan T.L., Kheir M.M., Shohat N., Tan D.D., Kheir M., Chen C. et al. Culture-Negative Periprosthetic Joint Infection: An Update on What to Expect. *JB JS Open Access*. 2018;3(3):e0060. doi: 10.2106/JBJS.OA.17.00060.
67. Schwotzer N., Wahl P., Fracheboud D., Gautier E., Chuard C. Optimal culture incubation time in orthopedic device-associated infections: a retrospective analysis of prolonged 14-day incubation. *J Clin Microbiol*. 2014;52(1):61-66. doi: 10.1128/JCM.01766-13.
68. Patel R., Alijanipour P., Parvizi J. Advancements in Diagnosing Periprosthetic Joint Infections after Total Hip and Knee Arthroplasty. *Open Orthop J*. 2016;10:654-661. doi: 10.2174/1874325001610010654.
69. Rothenberg A.C., Wilson A.E., Hayes J.P., O'Malley M.J., Klatt B.A. Sonication of Arthroplasty Implants Improves Accuracy of Periprosthetic Joint Infection Cultures. *Clin Orthop Relat Res*. 2017;475(7):1827-1836. doi: 10.1007/s11999-017-5315-8.
70. Ribeiro T.C., Honda E.K., Daniachi D., Cury R.P.L., da Silva C.B., Klautau G.B. et al. The impact of sonication cultures when the diagnosis of prosthetic joint infection is inconclusive. *PLoS One*. 2021;16(7): e0252322. doi: 10.1371/journal.pone.0252322.
71. Christensen T.H., Ong J., Lin D., Aggarwal V.K., Schwarzkopf R., Rozell J.C. How Does a «Dry Tap» Impact the Accuracy of Preoperative Aspiration Results in Predicting Chronic Periprosthetic Joint Infection? *J Arthroplasty*. 2022;37(5):925-929. doi: 10.1016/j.arth.2022.01.066.
72. Charette R.S., Melnic C.M. Two-Stage Revision Arthroplasty for the Treatment of Prosthetic Joint Infection. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2018;11(3):332-340. doi: 10.1007/s12178-018-9495-y.

Сведения об авторах

✉ *Мурылев Валерий Юрьевич* — д-р мед. наук, профессор
 Адрес: Россия, 119991, г. Москва, ул. Трубейская, д. 8, стр. 2
<https://orcid.org/0000-0001-5753-8926>
 e-mail: nmuril@yandex.ru

Руднев Александр Игоревич
<https://orcid.org/0000-0003-4490-2922>
 e-mail: ruda310895@gmail.com

Куковенко Григорий Андреевич — канд. мед. наук
<https://orcid.org/0000-0001-6700-0222>
 e-mail: gkukovenko@gmail.com

Елизаров Павел Михайлович — канд. мед. наук
<https://orcid.org/0000-0002-0217-2434>
 e-mail: elizarov_07@mail.ru

Музыченко Алексей Владимирович — канд. мед. наук
<https://orcid.org/0000-0002-3933-672X>
 e-mail: amuzychenkov@inbox.ru

Алексеев Семен Сергеевич
<https://orcid.org/0000-0001-7599-7472>
 e-mail: semen.alekseev.92@mail.ru

Authors' information

✉ *Valery Yu. Murylev* — Dr. Sci (Med.), Professor
 Address: 8-2, Trubetskaya str., Moscow, 119991, Russia
<https://orcid.org/0000-0001-5753-8926>
 e-mail: nmuril@yandex.ru

Alexander I. Rudnev
<https://orcid.org/0000-0003-4490-2922>
 e-mail: ruda310895@gmail.com

Grigory A. Kukovenko — Cand. Sci. (Med.)
<https://orcid.org/0000-0001-6700-0222>
 e-mail: gkukovenko@gmail.com

Pavel M. Elizarov — Cand. Sci. (Med.)
<https://orcid.org/0000-0002-0217-2434>
 e-mail: elizarov_07@mail.ru

Aleksey V. Muzychenkov — Cand. Sci. (Med.)
<https://orcid.org/0000-0002-3933-672X>
 e-mail: amuzychenkov@inbox.ru

Semen S. Alekseev
<https://orcid.org/0000-0001-7599-7472>
 e-mail: semen.alekseev.92@mail.ru



Профилактика, диагностика и лечение тромбоземболических осложнений в травматологии и ортопедии: методические рекомендации

Утверждены на открытом заседании экспертов 25.08.2022

С.А. Божкова¹, Р.М. Тихилов¹, В.В. Андрияшкин², И.Ф. Ахтямов³, М.В. Белов^{4,5},
С.В. Дианов⁶, А.Р. Касимова^{1,8}, О.А. Каплунов⁷, С.С. Копенкин², Д.А. Маланин⁷,
Н.Е. Муштин⁸, А.Н. Цед⁸

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

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

³ ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Казань, Россия

⁴ ФГБОУ ВО «Ярославский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Ярославль, Россия

⁵ ГАУЗ ЯО «Клиническая больница скорой медицинской помощи им. Н.В. Соловьева», г. Ярославль, Россия

⁶ ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Астрахань, Россия

⁷ ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Волгоград, Россия

⁸ ФБГОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. И.П. Павлова» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

В методических рекомендациях описаны современные подходы к профилактике, диагностике и лечению тромбоземболических осложнений у пациентов с травмами и операциями на опорно-двигательном аппарате в соответствии с междисциплинарным проектом клинических рекомендаций 2022 г. «Тромбоз глубоких вен конечностей», прошедшим общественные слушания и находящемся на утверждении в Минздраве России. Методические рекомендации рассчитаны на врачей различных специальностей, оказывающих медицинскую помощь профильным пациентам: травматологов-ортопедов, хирургов, анестезиологов-реаниматологов, клинических фармакологов, организаторов здравоохранения, студентов медицинских вузов, ординаторов, аспирантов.

Ключевые слова: тромбоз глубоких вен, венозные тромбоземболические осложнения, тромбоземболия легочных артерий, осложнения эндопротезирования суставов, осложнения после ортопедических операций.

Божкова С.А., Тихилов Р.М., Андрияшкин В.В., Ахтямов И.Ф., Белов М.В., Дианов С.В., Касимова А.Р., Каплунов О.А., Копенкин С.С., Маланин Д.А., Муштин Н.Е., Цед А.Н. Профилактика, диагностика и лечение тромбоземболических осложнений в травматологии и ортопедии: методические рекомендации. *Травматология и ортопедия России*. 2022;28(3):136-166. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-1993>.

Касимова Алина Рашидовна; e-mail: kasi-alina@yandex.ru

Рукопись получена: 26.08.2022. Статья опубликована: 12.09.2022.



Prevention, Diagnosis and Treatment of Thromboembolic Complications in Traumatology and Orthopedics: Methodological Guidelines

Guidelines approved at open meeting of experts 25.08.2022

Svetlana A. Bozhkova¹, Rashid M. Tikhilov¹, Vyacheslav V. Andriyashkin², Il'dar F. Akhtyamov³, Mikhail V. Belov^{4,5}, Sergei V. Dianov⁶, Alina R. Kasimova^{1,8}, Oleg A. Kaplunov⁷, Sergei S. Kopenkin², Dmitrii A. Malanin⁷, Nikita E. Mushtin⁸, Alexander N. Tsed⁸

¹ Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia

² Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

³ Kazan State Medical University, Kazan, Russia

⁴ Yaroslavl State Medical University, Yaroslavl, Russia

⁵ Solovyov Clinical Emergency Hospital, Yaroslavl, Russia

⁶ Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russia

⁷ Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia

⁸ Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russia

The guidelines describe modern approaches to the prevention, diagnosis, and treatment of thromboembolic complications in patients with injuries and after musculoskeletal surgery, in accordance with the interdisciplinary draft of the Clinical Guidelines (2022) "Deep vein thrombosis of the extremities", which has passed public hearings and is being approved by the Russian Ministry of Health. The guidelines are designed for doctors of various specialties to provide medical care to specialized patients: orthopedic surgeons, anesthesiologists, resuscitators, clinical pharmacologists, health care organizers, medical students, residents, graduate students.

Keywords: deep vein thrombosis, venous thromboembolic complications, pulmonary embolism, arthroplasty complications, orthopedic surgery complications.

Cite as: Bozhkova S.A., Tikhilov R.M., Andriyashkin V.V., Akhtyamov I.F., Belov M.V., Dianov S.V., Kasimova A.R., Kaplunov O.A., Kopenkin S.S., Malanin D.A., Mushtin N.E., Tsed A.N. [Prevention, Diagnosis and Treatment of Thromboembolic Complications in Traumatology and Orthopedics: Methodological Guidelines]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2022;28(3):136-166. (In Russian). <https://doi.org/10.17816/2311-2905-1993>.

✉ Alina R. Kasimova; e-mail: kasi-alina@yandex.ru

Submitted: 26.08.2022. Published: 12.09.2022.

© Bozhkova S.A., Tikhilov R.M., Andriyashkin V.V., Akhtyamov I.F., Belov M.V., Dianov S.V., Kasimova A.R., Kaplunov O.A., Kopenkin S.S., Malanin D.A., Mushtin N.E., Tsed A.N., 2022

1. КРАТКАЯ ИНФОРМАЦИЯ ПО ВТЭО ПРИ ТРАВМАХ И ОПЕРАЦИЯХ НА ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОМ АППАРАТЕ

1.1. Этиология и патогенез

Венозные тромбоэмболические осложнения (ВТЭО) представляют собой сложное (многофакторное) заболевание, включающее взаимодействие между приобретенной или наследственной предрасположенностью к тромбозу и воздействием окружающей среды. В этиопатогенезе ВТЭО при хирургических вмешательствах можно выделить два основных звена — непосредственно хирургическая травма и эндотелиальная дисфункция.

В настоящее время под травматичностью операции понимают большое количество патологических процессов, а не просто повреждение тканей в зоне хирургического вмешательства. Хирургический стресс проявляется многофункциональными изменениями, происходящими в организме пациента под влиянием агрессивных факторов хирургического вмешательства: психоэмоционального возбуждения, боли, повреждения мягких тканей и кровеносных сосудов, патологических рефлексов и массивной кровопотери.

Изменения в организме, происходящие на фоне хирургического вмешательства, представляют собой программируемый стресс, следствием которого являются существенные изменения реологических свойств крови. Совокупность нарушений регуляции в системе гемостаза, приводящих к повышению свертывающей способности, замедление кровотока в конечности и повреждение сосудистой стенки составляют триаду Вирхова, лежащую в основе патогенеза тромбоэмболических осложнений. В патогенезе развития тромбоэмболических осложнений после эндопротезирования крупных суставов пусковым механизмом является массивная травма тканей, повреждение кровеносных сосудов и обнажение сосудистого коллагена [1].

Выброс катехоламинов в ответ на хирургических стресс также увеличивает агрегационные свойства тромбоцитов. При этом активизируется как сосудисто-тромбоцитарное (за счет выброса в кровоток тромбопластических факторов из тромбоцитов), так и коагуляционное (за счет высвобождения тромбопластических веществ из стенки сосудов) звенья гемостаза [2, 3]. Внешний путь коагуляционного гемостаза приводит к образованию первичного сгустка и при массивном повреждении тканей происходит в течение 15 сек. [4]. Повреждение эндотелия сосудов запускает свертывание крови по внутреннему пути. В норме эндотелий секретирует антикоагулянтные факторы, препятствующие адгезии форменных элементов к стенке сосуда. При травме сосуда эта способность

теряется, и на месте повреждения формируется сначала тромбоцитарный тромб, а затем фибриновый тромб. Другими причинами повышенного риска тромбообразования являются вынужденное положение конечности, например при эндопротезировании коленного сустава, когда выраженное сгибание в оперированном суставе приводит к компрессии сосудов в подколенной ямке, а также применение турникета, что вызывает стаз крови, перерастяжение и микроразрывы сосудистой стенки. Кроме того, манипуляции в костном канале во время установки эндопротеза, также как и применяемый костный цемент, активируют внешний путь свертывания крови за счет образования большого количества тромбина, что также увеличивает риск тромбообразования.

Таким образом, патогенез тромбообразования при хирургическом вмешательстве представлен в виде сменяющих друг друга процессов: хирургическая агрессия запускает классическую триаду Вирхова: интраоперационная травма сосудов, замедление кровотока из-за вынужденного положения конечности и наложения турникета при эндопротезировании коленного сустава и активация коагуляционного гемостаза. Далее каскад цитокинов и гуморальных медиаторов провоцирует нарушение сосудистого тонуса и миграцию лейкоцитов к месту повреждения сосуда. Вследствие этого на протяжении сосудов образуются конгломераты, состоящие из нитей фибрина и форменных элементов крови. Отрываясь от сосудистой стенки, данные конгломераты могут вызывать тромбоэмболию. Действие факторов продолжается в послеоперационном периоде, причем важную роль играют такие факторы, как послеоперационная боль и вынужденная иммобилизация пациентов.

Отдельную группу составляют пациенты с переломами костей нижних конечностей, костей таза, а также пострадавшие с политравмой. Их особенностью является то, что активация свертывающей системы крови происходит в несколько этапов. Первичная травма сопровождается значительным повреждением тканей, включая эндотелий сосудов, и выделением большого количества тканевого фактора, способствующего активации свертывающей системы крови. Затем в течение короткого промежутка времени этим пациентам выполняется операция остеосинтеза, что является дополнительной травмой и повторно активизирует свертывающую систему. Кроме того, пострадавшие с политравмой нередко нуждаются в этапных операциях, которые производятся три и более раз с интервалами в 1–2 нед. При этом каждое хирургическое вмешательство приводит к активации гемостатического каскада. В результате риск развития посттравматических венозных тромбозов

в этой группе пациентов значительно превышает риск подобных осложнений у больных ортопедического профиля, которым обычно выполняется одна операция. Кроме того, если ортопедического пациента можно подготовить к плановому оперативному вмешательству, компенсировав заболевание сердечно-сосудистой системы, явления венозной недостаточности нижних конечностей и другую сопутствующую патологию, способную увеличить риски венозных тромбозов, то пациент с травмой поступает в стационар и оперируется в экстренном или срочном порядке. Соответственно, возможности адекватного воздействия на сопутствующую соматическую патологию у хирургов обычно нет в силу дефицита времени.

1.2. Эпидемиология

Большие ортопедические операции сопряжены с высоким риском развития ВТЭО — симптоматического и бессимптомного тромбоза глубоких вен и тромбоза легочной артерии, которые являются потенциально опасными для жизни пациентов [5]. К основным ортопедическим операциям, вызывающим наибольшую озабоченность, относятся операции тотального эндопротезирования коленного и тазобедренного суставов и остеосинтез при переломах бедренной кости.

Частота различных тромбоэмболических осложнений различна. Бессимптомные тромбозы глубоких вен (диагностируемые только при скрининговом ультразвуковом ангиосканировании (УЗАС)) встречаются в 12,6–31,1% случаев после первичного эндопротезирования [6, 7]. Клинически значимые тромбозы глубоких вен (ТГВ) развиваются гораздо реже — в 0,75–2,10% случаев [8, 9]. Наиболее тяжелое осложнение — тромбоз легочной артерии (ТЭЛА) регистрируется в 0,41–1,93% случаев. При этом обструкция легочной артерии или ее ветвей не только потенциально опасна для жизни, но и может привести к хроническим осложнениям с плохим прогнозом, таким как тромбоэмболическая легочная гипертензия [10, 11]. Тромбозы глубоких вен являются основным промежуточным процессом, необходимым для развития ТЭЛА, связанной с хирургическим вмешательством, и повышают риск ее развития. Кроме того, приблизительно у 5–10% пациентов с симптоматическими ТГВ в течение последующих 10 лет развивается тяжелый посттромботический синдром, проявляющийся формированием венозных язв, периферических отеков и хронической боли [12].

В настоящее время общепринятой практикой при оценке эффективности тромбопрофилактики является учет только симптоматических тромбозов,

что обусловлено отсутствием различий через 2 года после хирургического вмешательства в клинических исходах (смертность от сердечно-сосудистых причин) между пациентами, у которых регистрировались бессимптомные ВТЭО, и пациентами без данных осложнений [13].

1.3. Классификация

Венозные тромбозы можно классифицировать по локализации, направлению тромботического процесса, степени фиксации тромба, степени гемодинамических расстройств и наличию осложнений [14, 15].

По локализации венозные тромбозы можно разделить в зависимости от:

- венозной системы: поверхностной или глубокой;
- уровня поражения вен: проксимальный или дистальный тромбоз.

По распространенности тромботического поражения: сегментарное или распространенное, двустороннее, мультифокальное.

По направлению распространения выделяют восходящий или нисходящий тромботический процесс.

По степени фиксации тромба к венозной стенке:

- окклюзионный;
- неокклюзионный: пристеночный, флотирующий (эмболоопасный).

Выделяют три степени гемодинамических расстройств:

- легкая;
- средней тяжести;
- тяжелая.

По наличию осложнений:

- неосложненный;
- восходящий поверхностный тромбофлебит (верхняя граница тромба на уровне верхней трети бедра) — эмболоопасная форма;
- осложненный: ТЭЛА, венозная гангрена, посттромботическая болезнь (хроническая венозная недостаточность), тромбоз вен нижних конечностей с переходом на нижнюю полую вену.

2. ПРОФИЛАКТИКА ВТЭО У ПАЦИЕНТОВ ТРАВМАТОЛОГО-ОРТОПЕДИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

В настоящее время оптимальным следует признать подход, согласно которому профилактику ВТЭО проводят абсолютно всем пациентам, поступающим в стационар. Характер профилактических мер определяется степенью риска.

2.1. Оценка степени риска развития ВТЭО в травматологии и ортопедии

Несмотря на невозможность точного прогнозирования развития ВТЭО, необходимо оценить степень вероятности их развития. Наличие у пациента факторов, предрасполагающих к ВТЭО (табл. 2.1) служит основанием для отнесения его к той или иной группе риска. Одним из наиболее удобных инструментов определения риска ВТЭО в хирургии служит шкала Cargrini (табл. 2.2). В зависимости от наличия факторов риска и планируемой операции пациенту присваивают сте-

пень риска развития ВТЭО [16]. При отсутствии профилактики у больного с очень низким (0 баллов), низким (1–2 балла), умеренном (3–4 балла) и высоком (≥ 5 баллов) риске вероятность развития ВТЭО составляет соответственно менее 0,5; 1,5; 3 и 6%. В связи с отсутствием принципиальных различий в частоте ВТЭО и тактике ведения и профилактики пациентов низкого и очень низкого рисков в клинической практике целесообразно объединить в одну группу низкой вероятности ВТЭО.

Таблица 2.1

Вероятность ВТЭО при различных предрасполагающих факторах

Факторы, повышающие вероятность ВТЭО более чем в 10 раз

- перелом длинных костей нижней конечности;
- эндопротезирование тазобедренного или коленного сустава;
- крупная травма;
- повреждение спинного мозга;
- венозные тромбоэмболические осложнения в анамнезе;
- инфаркт миокарда (достаточно обширный) в последующие 3 мес.;
- госпитализация с сердечной недостаточностью или фибрилляцией/трепетанием предсердий в предшествующие 3 мес.

Факторы, повышающие вероятность ВТЭО в 2–9 раз

- артроскопическая операция на коленном суставе с применением турникета;
- аутоиммунные заболевания;
- переливание крови;
- катетер в центральной вене;
- химиотерапия;
- застойная сердечная или дыхательная недостаточность;
- использование стимуляторов эритропоэза;
- гормональная заместительная терапия (риск зависит от препарата);
- использование пероральных контрацептивов;
- искусственное оплодотворение;
- инфекция (в частности пневмония, инфекция мочевых путей, СПИД);
- воспалительные заболевания толстого кишечника;
- злокачественное новообразование (наибольший риск при наличии метастазов);
- инсульт с параличом;
- послеродовой период;
- тромбоз поверхностных вен;
- тромбофилия.

Факторы, повышающие вероятность ВТЭО менее чем в 2 раза

- постельный режим >3 сут.;
- сахарный диабет;
- артериальная гипертензия;
- длительное положение сидя (например при вождении автомобиля, авиаперелетах);
- лапароскопические операции (в частности холецистэктомия);
- ожирение;
- беременность;
- варикозное расширение вен нижних конечностей

Таблица 2.2

Шкала балльной оценки клинических характеристик по Caprini [17]

Баллы	Клинические характеристики
1	41–60 лет Малая операция ИМТ >25 кг/м ² Отек нижних конечностей Варикозное расширение вен Беременность или послеродовой период Невынашивание беременности в анамнезе Прием эстрогенов/гестагенов Сепсис (<1 мес.) Тяжелое заболевание легких, в том числе пневмония (<1 мес.) Нарушение функции дыхания Острый инфаркт миокарда Застойная сердечная недостаточность (<1 мес.) Анамнез воспалительного заболевания кишечника Постельный режим у терапевтического пациента
2	61–74 года Артроскопическая операция Большая открытая операция (>5 мин.) Лапароскопическая операция (>45 мин.) Онкология Постельный режим (>3 сут.) Гипсовая повязка Катетер в центральной вене
3	Старше 74 лет Анамнез ВТЭО Семейный анамнез ВТЭО Лейденская мутация Мутация в гене протромбина Волчаночный антикоагулянт Антитела к кардиолипину Повышение уровня гомоцистеина в плазме Гепарининдуцированная тромбоцитопения Другие тромбофилии
5	Инсульт (<1 мес. назад) Замена крупного сустава Перелом бедренной кости, костей таза, голени Травма спинного мозга (<1 мес. назад)

Общий балл и уровень риска ВТЭО для хирургических пациентов

Сумма баллов	Риск ВТЭО	Необходимость профилактики ВТЭО
0	Очень низкий	Нет
1–2	Низкий	Механическая
3–4	Умеренный	Фармакологическая и/или механическая
≥5	Высокий	Фармакологическая и механическая

2.2. Средства профилактики ВТЭО

Для предупреждения ВТЭО у пациента с травмой или операцией на ОДА прежде всего следует минимизировать или устранить действие факторов, способствующих тромбообразованию: восстановить объем циркулирующей крови, нормализовать гемодинамику, применить адекватное обезболивание, предупредить развитие инфекционных осложнений. Необходимо стремиться к возможно более ранней мобилизации больно-

го, восстановлению объема движений в суставах конечностей. При возможности следует стабильно зафиксировать отломки в ранние сроки после перелома. Применение стабильного функционального остеосинтеза, уменьшение травматичности оперативных вмешательств за счет использования современных технологий закрытого остеосинтеза позволяют сократить время ограничения подвижности пациента с повреждениями и заболеваниями опорно-двигательного аппарата.

Профилактика ВТЭО включает следующие методы:

- немедикаментозные — применяют у всех пациентов с ограниченной двигательной активностью (мобильностью):
 - максимальная и возможно более ранняя активизация больных после операции, включая методы пассивной нагрузки: вертикализация, механотерапия, кинезотерапия и др.;
 - обеспечение максимально возможной активности мышц нижних конечностей пациентов, находящихся на длительном постельном режиме, местные процедуры, увеличивающие объемный поток крови через глубокие вены нижних конечностей (эластическая компрессия нижних конечностей, перемежающаяся пневмокомпрессия, миостимуляция мышц голени и т.д.);
 - активные и пассивные нагрузки на верхние конечности, улучшающие циркуляцию крови в целом, стимулирующие антитромботическую активность эндотелия;
 - медикаментозные — проведение фармакологической тромбопрофилактики у пациентов с умеренным и высоким риском развития ВТЭО.

2.2.1. Немедикаментозные средства профилактики ВТЭО

К немедикаментозным средствам относят механические способы профилактики, а именно — статическую эластическую компрессию нижних конечностей, последовательную перемежающуюся пневматическую компрессию (ППК), венозную помпу для стопы, миостимуляцию мышц голени и лечебную физкультуру. Основной целью применения немедикаментозных методов является ускорение венозного кровотока, при этом их использование не увеличивает опасность геморрагических осложнений. Механическую профилактику следует начать до операции, продолжать во время и после нее вплоть до восстановления двигательной активности.

Последовательная перемежающаяся пневматическая компрессия (ПППК) нижних конечностей величиной 40–50 мм рт. ст. с помощью специальных манжет и аппарата является наиболее эффективным из механических способов профилактики. Ее следует применять в соответствии с инструкцией к аппарату у пациентов, находящихся на постельном режиме.

Статическую эластическую компрессию нижних конечностей с помощью компрессионного трикотажа (чулки, обеспечивающие оптимальное распределение давления на нижние конечности) или эластичных бинтов следует начинать при поступлении больного, поскольку пребывание в стационаре всегда связано с ограничением двигательной активности и замедлением скорости

венозного кровотока. Накладывать эластичный бинт должен обученный персонал. Ежедневно следует проверять и при необходимости корректировать состояние бинта. Специальный профилактический компрессионный трикотаж (чулки дозированной компрессии) эффективнее и проще в использовании, самостоятельно поддерживает необходимый градиент давления. Однако он требует предварительного подбора и из-за развивающегося отека не всегда обеспечивает адекватную степень компрессии в ближайшем послеоперационном периоде. Применение компрессионного трикотажа целесообразно при плановых оперативных вмешательствах. Эластическую компрессию продолжают во время операций на нижних конечностях: бинт (чулок) должен находиться на неоперируемой конечности во время оперативного вмешательства, на оперированную конечность бинт (чулок) накладывают на операционном столе непосредственно после завершения операции [18].

Электронейростимуляция мышц голени (ЭНСМГ) — процедура рекомендована всем пациентам ортопедо-травматологического профиля, находящимся на постельном режиме как в стационаре, так и на амбулаторном этапе лечения. Проводится с помощью различного рода электронейростимуляторов (стационарных приборов или индивидуальных переносных) согласно прилагаемой инструкции. Необходимым элементом является наличие электродов, накладываемых на икроножные мышцы пациента. Возможно сочетание метода со статической эластической компрессией и ЛФК. Может рассматриваться как альтернатива методу ПППК [19].

Лечебную физическую культуру применяют у всех больных. Особое значение имеют движения в голеностопном суставе и пальцах стопы. Лечебная физкультура не может быть заменой медикаментозным и механическим способам профилактики ВТЭО.

2.2.2. Медикаментозные средства, их дозы и режимы применения

2.2.2.1. Антикоагулянты

Группа антикоагулянтов включает в себя препараты нефракционированного гепарина (НФГ) и низкомолекулярного гепарина (НМГ), прямых оральных антикоагулянтов (табл. 2.3) и антагонистов витамина К (АВК).

Однако в настоящее время препараты из группы АВК (варфарин) самостоятельно для профилактики ВТЭО в травматологии и ортопедии практически не используются. Единственной группой пациентов, которые нуждаются в их приеме, остаются пациенты, получающие АВК в связи с соматической патологией.

Таблица 2.3

Рекомендуемые дозы и режим введения антикоагулянтов для профилактики ВТЭО при оперативном лечении пациентов¹

Препарат	Рекомендуемые дозы и режим введения	
	Средняя степень риска развития ВТЭО	Высокая степень риска развития ВТЭО
Нефракционированный гепарин (гепарин натрия*)	Подкожно 2500 МЕ за 2–4 ч. до операции, затем 2500 МЕ через 6–8 ч. после операции, далее по 5000 МЕ 2–3 раза/сут. ⁴	Подкожно 5000 МЕ за 4–6 ч. ³ до операции, затем 5000 МЕ через 6–8 ч. после операции, далее по 5000 МЕ 3 раза/сут.
Бемипарин натрия ²	Подкожно 2500 МЕ за 2 ч. до операции или через 6 ч. после операции, затем ежедневно по 2500 МЕ 1 раз/сут. ⁴	Подкожно 3500 МЕ за 2 ч. до операции или через 6 ч. после операции, затем ежедневно по 3500 МЕ 1 раз/сут.
Далтепарин натрия ²	Подкожно 2500 МЕ за 2 ч. до операции, затем 2500 МЕ 1 раз/сут. ⁴	(1) Подкожно 5000 МЕ вечером накануне операции, затем 5000 МЕ каждый вечер; (2) Подкожно 2500 МЕ за 2 ч. до операции, затем 2500 МЕ через 8–12 ч. (но не ранее чем через 4 ч. после окончания операции), затем со следующего дня 5000 МЕ каждое утро; (3) Подкожно 2500 МЕ через 4–8 ч. после операции, затем со следующего дня 5000 МЕ 1 раз/сут.
Надропарин кальция ²	Подкожно 2850 МЕ (0,3 мл) за 2–4 ч. до операции, затем 0,3 мл 1 раз/сут. ⁴	Подкожно 38 МЕ/кг за 12 ч. до операции, 38 МЕ/кг через 12 ч. после окончания операции, затем 38 МЕ/кг 1 раз/сут. на 2-е и 3-и сут. после операции, с 4-х сут. после операции доза может быть увеличена до 57 МЕ/кг 1 раз/сут.
Парнапарин натрия*	Подкожно 3200 МЕ (0,3 мл) за 2 ч. до операции, затем по 0,3 мл 1 раз/сут. ⁴	Подкожно 4250 МЕ (0,4 мл) через 12 ч. после окончания операции, затем 1 раз/сут.
Эноксапарин натрия ^{2*}	Подкожно 20 мг за 2 ч. до операции, затем 20–40 мг 1 раз/сут. ⁴	Подкожно 40 мг за 12 ч. до операции или через 12–24 ч. после операции, затем 40 мг 1 раз/сут.
Фондапаринукс натрия	Подкожно 2,5 мг через 6–24 ч. после операции, затем 1 раз/сут.	
Апиксабан*	Перорально по 2,5 мг 2 раза/сут.; первая доза не ранее чем через 12–24 ч. после завершения операции по достижении гемостаза	
Дабигатрана этексилат*	Перорально по 220 мг или по 150 мг (пациентам: старше 75 лет, при умеренном нарушении функции почек — клиренс креатинина 30–50 мл/мин., принимающим амиодарон, верапамил, хинидин) 1 раз/сут.; первый прием — в половинной суточной дозе через 1–4 ч., если гемостаз достигнут	
Ривароксабан*	Перорально по 10 мг 1 раз/сут.; первая доза не ранее чем через 6–10 ч. после завершения операции по достижении гемостаза	

* Препарат включен в Перечень жизненно необходимых и важнейших лекарственных препаратов для медицинского применения на 2020 г. (Приложение № 1 к распоряжению Правительства Российской Федерации от 12 октября 2019 г. № 2406-р).

¹ Препараты сгруппированы в соответствии с фармакологическими свойствами, НМГ и пероральные антикоагулянты перечислены по алфавиту.

² У больных с низкой массой тела (менее 50 кг) разумно уменьшить профилактическую дозу НМГ в 2 раза, а у больных с выраженным ожирением (масса тела более 120 кг, индекс массы тела более 50 кг/м²) — увеличить ее на 25%; у таких пациентов оправдана коррекция дозы НМГ по уровню анти-Ха активности в крови.

³ Время введения НФГ до операции соответствует мнению экспертов с учетом обширности ортопедических операций, связанных с повышенным риском кровопотери.

⁴ Данные рекомендации отражают мнение экспертов и основаны на дозах и режиме применения препаратов гепарина в общей хирургии.

Особое внимание во время медикаментозной профилактики ВТЭО следует уделять снижению периоперационной кровопотери. Необходимо добиваться тщательного интраоперационного гемостаза, применять современные гемостатические средства (фибриновый клей и т.п.), использовать технологии кровесбережения и ингибиторы фибринолиза (транексамовую кислоту и др.).

При использовании любых антикоагулянтов необходимо активно мониторировать признаки возможных геморрагических осложнений, исходно определить и регулярно контролировать уровень гемоглобина, гематокрит и клиренс креатинина (см. п. 2.4). При введении препаратов гепарина необходимо дополнительно регулярно контролировать количество тромбоцитов в крови.

Согласно инструкциям по применению препаратов, при назначении и выборе дозы антикоагулянтов прямого действия необходимо учитывать функцию почек. Для этого следует определить уровень креатинина в крови и рассчитать клиренс креатинина с помощью формулы Кокрофта – Голта:

Для мужчин:

$$\text{Клиренс креатинина (мл/мин)} = \frac{(140 - \text{возраст (в годах)}) \times \text{масса тела (кг)}}{72 \times \text{сывороточный креатинин (мг/100 мл)}}$$

Для женщин:

$$\text{Клиренс креатинина (мл/мин)} = \frac{0,85 \times (140 - \text{возраст (в годах)}) \times \text{масса тела (кг)}}{72 \times \text{сывороточный креатинин (мг/100 мл)}}$$

Если показатель сывороточного креатинина выражен в мкмоль/л, то результат надо умножить на 88.

В настоящее время существует множество онлайн калькуляторов, позволяющих рассчитывать клиренс креатинина автоматически после ввода исходных данных пациента.

В зависимости от расчетного уровня клиренса креатинина проводят выбор антикоагулянта прямого действия и коррекцию его дозы (табл. 2.4).

2.2.2.2. Антиагреганты

Группой лекарственных средств, препятствующих тромбообразованию, с принципиально другим механизмом действия являются антиагреганты. В отличие от антикоагулянтов они действуют

Таблица 2.4

Дозирование антикоагулянтов при проведении профилактики ВТЭО у пациентов со сниженной функцией почек

Препараты ¹	Клиренс креатинина, мл/мин.		
	30–50, в т.ч. у пациентов старше 75 лет	15–29	<15
Бемипарин натрия	Применять с осторожностью при почечной недостаточности		
Далтепарин натрия	Не требует коррекции	Не требует коррекции при курсе ТП до 10 сут.	
Надропарин кальция	Не требует коррекции	Противопоказан	
Парнапарин натрия*	Применять с осторожностью при почечной недостаточности		
Эноксапарин натрия*	Не требует коррекции	Уменьшить профилактическую дозу до 20 мг 1 раз/сут., лечебную дозу – до 1 мг/кг 1 раз/сут.	
Фондапаринукс	1,5 мг 1 раз/сут.	При клиренсе креатинина <20 мл/мин противопоказан	
Апиксабан*	Не требует коррекции	С осторожностью	Противопоказан
Дабигатрана этексилат*	Сниженная доза 150 мг/сут	Противопоказан	
Ривароксабан*	Не требует коррекции	С осторожностью	Противопоказан

¹ Препараты сгруппированы в соответствии с фармакологическими свойствами, НМГ и пероральные антикоагулянты перечислены по алфавиту

* Препарат включен в Перечень жизненно необходимых и важнейших лекарственных препаратов для медицинского применения на 2020 год (Приложение № 1 к распоряжению Правительства Российской Федерации от 12 октября 2019 г. № 2406-р).

на первом этапе свертывания крови, во время которого происходит агрегация тромбоцитов, блокируя адгезию тромбоцитов к эндотелию сосудов.

Единственным препаратом, который в настоящее время включен в целый ряд национальных рекомендаций по профилактике ВТЭО после планового ЭП ТБС или ЭП КС (см. п. 2.4.1) у пациентов без дополнительных факторов риска развития тромбозов, является ацетилсалициловая кислота* [20, 21, 22, 23]. Рандомизированные клинические исследования и опубликованные метаанализы показывают, что АСК демонстрирует схожую с антикоагулянтами эффективность в профилактике ВТЭО после эндопротезирования коленного или тазобедренного сустава как при струповчатой фармакологической профилактике, когда ее назначают после нескольких дней НМГ вне зависимости от дополнительных факторов риска ВТЭО у пациентов [24], так и при приеме с первых суток после операции у пациентов без дополнительных факторов риска [25].

В настоящее время в РФ лекарственной формой ацетилсалициловой кислоты, имеющей зарегистрированные показания к применению — профилактика тромбоза глубоких вен и ТЭЛА (в том числе, при длительной иммобилизации в резуль-

тате обширного хирургического вмешательства), являются таблетки, покрытые кишечнорастворимой пленочной оболочкой, в дозе 100–200 мг (рег. № П N013722/01, П N015400/01-241109).

Другие препараты данной группы (клопидогрель*, тиклопидин*, тикагрелор* и ингибиторы гликопротеиновых рецепторов П2/У3а) активно применяют при лечении кардиологической патологии. Пациенты, постоянно принимающие антиагреганты или антикоагулянты по терапевтическим показаниям, характеризуется высоким риском развития геморрагических осложнений. Рекомендации по ведению данной категории пациентов изложены в разделе 2.4.10.

2.2.2.3. Препараты для экстренного прерывания эффектов антитромботической терапии при неотложных операциях

В таблице 2.5 представлены препараты, позволяющие в той или иной степени нейтрализовать эффект антикоагулянтов или антиагрегантов в случаях развития тяжелых кровотечений, необходимости выполнения неотложного хирургического вмешательства у пациента, получающего антитромботическую терапию или профилактику [26, 27].

Таблица 2.5

Препараты для купирования действия антитромботических препаратов

Препарат, действие которого необходимо прервать	Препараты, ингибирующие антитромботическое действие
НФГ [26]	Протамина сульфат* — медленный в/в болюс (1–3 мин.) в дозе 1 мг / 100 МЕ НФГ, введенного за последние 2–3 ч. При неэффективности (продолжающееся кровотечение) — инфузия протамина сульфата под контролем АЧТВ
НМГ [26]	Эффективного антидота нет, протамин сульфат* ингибирует не более 50% активности НМГ. Возможно в/в введение протамин сульфата 1 мг на 100 анти-Ха НМГ; повторно — 0,5 мг/100 анти-Ха НМГ. Концентрат протромбинового комплекса*# — инфузия
Варфарин* [26]	Перед экстренной операцией — концентрат протромбинового комплекса* (25 МЕ/кг) и дополнительное введение 5 мг витамина К1 (в/в, п/к или перорально) или фитоменадион (синтетический водорастворимый аналог витамина К) в виде медленной инфузии (1,0–2,5 мг при МНО 5–9 и 5 мг при МНО более 9)
Дабигатрана этексилат* [27]	Специфический ингибитор — идаруцизумаб (2 флакона по 2,5 г/50 мл) в виде двух внутривенных последовательных болюсных введений или инфузий длительностью не более 5–10 мин. каждая
Ингибиторы Ха фактора [27] (фондапаринукс, апиксабан*, ривароксабан*), Дабигатрана этексилат* (при недоступности идаруцизумаба)	Неактивированный концентрат протромбинового комплекса*# — начальная доза 50 МЕ/кг, возможно последующее введение дозы 25 МЕ/кг или активированный концентрат протромбинового комплекса*# — 50 ЕД/кг (максимальная доза — 200 ЕД/кг), или рекомбинантный фактор VIIa*# — 90 мкг/кг

* Препарат включен в Перечень жизненно необходимых и важнейших лекарственных препаратов для медицинского применения на 2020 г. (Приложение № 1 к распоряжению Правительства Российской Федерации от 12 октября 2019 г. № 2406-р).

Препарат, действие которого необходимо прервать	Препараты, ингибирующие антитромботическое действие
Антиагреганты: клопидогрель*, тиклопидин*, тикагрелор* и ингибиторы гликопротеиновых рецепторов IIb/IIIa [26]	Тромбоконцентрат — 2 дозы/7 кг массы пациента (может быть неэффективен в течение 12 ч. после введения тикагрелора)

* Препарат включен в Перечень жизненно необходимых и важнейших лекарственных препаратов для медицинского применения на 2020 г. (Приложение № 1 к распоряжению Правительства Российской Федерации от 12 октября 2019 г. № 2406-р).

В перечне зарегистрированных показаний к применению препарата отсутствует показание — лечение кровотечений, связанных с применением антикоагулянтов, влияющих на II и IIIa факторы свертывания.

2.3. Общие подходы к профилактике ВТЭО

• Каждому пациенту с травмой или перед плановой ортопедической операцией рекомендуется оценить и задокументировать степень риска развития ВТЭО [16, 28]. УУР А (УДД — 2)

Комментарий. Для оценки риска развития ВТЭО у пациента перед операцией целесообразно использовать шкалы балльной оценки степени риска развития ВТЭО по Carpinì (см. табл. 2.2).

• Всем пациентам с ограниченной двигательной активностью (мобильностью) вне зависимости от определенной степени риска развития ВТЭО рекомендуется проводить профилактику ВТЭО механическими методами [23]. УУР А (УДД — 2)

• Всем пациентам с повреждением и/или травмой ОДА при умеренном или высоком риске развития ВТЭО рекомендуется проводить профилактику ВТЭО медикаментозными (фармакологическими) методами, как правило, до восстановления обычной или ожидаемой двигательной активности больного (табл. 2.6) [20, 21, 23]. УУР А (УДД — 2)

• Пациентам с умеренным/высоким риском развития ВТЭО, нуждающимся в фармакологической профилактике после травмы или операции на ОДА, при противопоказаниях или отказе от назначения антикоагулянтов, развитии нежелательных явлений на фоне их приема рекомендуется рассмотреть назначение АСК в дозировке 100 мг/сут. в сочетании с механическими видами профилактики [22, 23]. УУР В (УДД — 2)

• Пациентам с умеренным или высоким риском развития ВТЭО, которым противопоказана любая фармакологическая профилактика или которые отказываются от назначения лекарственных препаратов, рекомендуется назначение механических видов профилактики [18, 21, 23, 28, 29]. УУР В (УДД — 2)

• Оптимальным является продолжение профилактики до восстановления обычной или ожидаемой двигательной активности больного [18, 21, 23]. УУР В (УДД — 1)

Таблица 2.6

Лекарственные средства, рекомендуемые для профилактики ВТЭО

Планируемое лечение	Рекомендуемые антикоагулянты ¹	Длительность профилактики
Консервативное лечение повреждений и заболеваний ОДА, сопровождающееся длительным ограничением подвижности пациента	1. НМГ 2. НФГ 3. Антагонисты витамина К (варфарин)	До восстановления обычной или ожидаемой двигательной активности
Отсроченное оперативное лечение повреждений позвоночника, таза, нижних конечностей (предоперационный период)	1. НМГ 2. НФГ	До дня операции, далее в зависимости от оперативного вмешательства
Остеосинтез бедренной кости	1. Фондапаринукс натрия 2. НМГ 3. Дабигатрана этексилат ² или ривароксабан ² (при их недоступности — апиксабан ³) 4. НФГ 5. АВК (варфарин)	Не менее 5–6 нед.

Окончание таблицы 2.6

Планируемое лечение	Рекомендуемые антикоагулянты ¹	Длительность профилактики
Эндопротезирование	1. НМГ или фондапаринукс натрия, или дабигатрана этексилат, или ривароксабан, или аписабан 2. НФГ 3. АВК (варфарин) 4. Ацетилсалициловая кислота ⁴	5 нед. ⁵
– тазобедренного сустава		
– коленного сустава		2 нед. ⁵
Другие большие ортопедические операции на нижних конечностях	1. НМГ 2. Дабигатрана этексилат ² или ривароксабан ² 3. НФГ 4. АВК (варфарин)	До восстановления обычной или ожидаемой двигательной активности
Другие операции на опорно-двигательном аппарате	1. НМГ 2. Дабигатрана этексилат ² 3. НФГ 4. АВК (варфарин)	До восстановления обычной или ожидаемой двигательной активности

¹ Препараты пронумерованы в порядке приоритетности назначения (в соответствии с накопленной доказательной базой и суждением экспертов).

² Эти лекарственные средства изучены при эндопротезировании тазобедренного и коленного суставов, однако, согласно регистрации в Российской Федерации, могут использоваться и при указанных ортопедических операциях.

³ Не имеет зарегистрированных показаний к применению при остеосинтезе бедра, назначение необходимо утвердить врачебной комиссией или возможность назначения прописать в локальном протоколе по проведению ТП в конкретном ЛПУ.

⁴ Только в виде таблеток, покрытых кишечнорастворимой пленочной оболочкой.

⁵ Возможно сокращение сроков медикаментозной ТП при более раннем восстановлении ожидаемой двигательной активности пациента и отсутствии других факторов риска развития ВТЭО.

2.4. Особенности антикоагулянтной профилактики в различных клинических ситуациях

2.4.1. Плановое эндопротезирование тазобедренного или коленного сустава

• Всем пациентам после планового ЭП ТБС или КС рекомендуется фармакологическая профилактика ВТЭО [28]. УУР А (УДД – 1)

• Пациентам перед ЭП ТБС или КС, нуждающимся в фармакологической профилактике ВТЭО в дооперационном периоде, предпочтительнее применять НМГ, при невозможности их назначения – НФГ [18, 28]. УУР А (УДД – 1)

• Пациентам с риском развития геморрагических осложнений после ЭП ТБС или КС целесообразно отсрочить первое введение НМГ, дабигатрана этексилата или ривароксабана до достижения гемостаза (не менее чем на 8–12 ч. после окончания операции). УУР В (УДД – 2)

• Пациентам после планового ЭП ТБС или КС при условии ранней активизации и отсутствия у них других факторов риска развития ВТЭО, помимо операции, рекомендуется наряду с антикоагулянтами рассматривать АСК как средство профилактики ВТЭО [20, 21, 22, 23]. УУР А (УДД – 1)

• Пациентам после ЭП ТБС, выполненного в экстренном или срочном порядке по поводу перелома проксимального отдела или шейки бедренной кости, при отсутствии противопоказаний к назначению антикоагулянтов не рекомендуется

применение АСК в качестве единственного средства профилактики ВТЭО. УУР С (УДД – 2)

• Пациентам после ЭП ТБС рекомендуется продолжение профилактики ВТЭО до 5 нед., после ЭП КС – минимум 2 нед. или до восстановления ожидаемой двигательной активности больного в зависимости от того, что наступит раньше [21, 232, 28]. УУР В (УДД – 2)

2.4.1.1. Эндопротезирование тазобедренного или коленного сустава у пациентов с терминальной болезнью почек (ХБП) 5Д стадии, находящихся на гемодиализе

• Пациентам, находящимся на программном или перитонеальном гемодиализе, с отсутствием спонтанных кровотечений из паренхиматозных органов в анамнезе, рекомендуется проведение медикаментозной и механической профилактики ВТЭО после ЭП ТБС или КС [23, 30, 31]. УУР В (УДД – 2)

• Пациентам, находящимся на программном или перитонеальном гемодиализе, при наличии в анамнезе спонтанных кровотечений из паренхиматозных органов, не рекомендуется проведение медикаментозной профилактики ВТЭО в междуализный день после ЭП ТБС или КС [32]. УУР В (УДД – 2)

• Пациентам с терминальной ХБП 5Д стадии после «больших» ортопедических операций для проведения фармакологической профилактики ВТЭО рекомендуется назначать в междуализный

день НМГ (дальтепарин натрия 2500 ЕД п/к в сут. или эноксапарин натрия в дозе 20 мг п/к в сут.), при их недоступности — НФГ [32, 33, 34, 35, 36]. УУР А (УДД — 2)

- У пациентов с терминальной ХБП 5Д стадии профилактика ВТЭО прямыми пероральными антикоагулянтами в послеоперационном периоде не рекомендуется [37]. УУР В (УДД — 2)

2.4.2. Переломы таза и проксимального отдела бедренной кости

- При невозможности выполнения операции в первые сутки рекомендуется начать медикаментозную профилактику с применением НМГ или НФГ сразу после госпитализации пациента. При высоком риске или продолжающемся кровотечении проводить профилактику следует немедикаментозными средствами [5, 18, 87]. УУР А (УДД — 2)

- В случаях, когда введение антикоагулянтов вынужденно откладывается на 24 ч. и более, рекомендуется проведение ультразвукового ангиосканирования (УЗАС) для исключения ТГВ [17]. УУР С (УДД — 2)

- Пациентам после оперативного вмешательства рекомендуется исходя из клинической ситуации: продолжить парентеральное введение НМГ, НФГ, или назначить фондапаринукс натрия, или выполнить перевод пациента на пероральные препараты: дабигатрана этексилат, ривароксабан; при невозможности их назначения — АВК (варфарин) [8, 11]. УУР А (УДД — 1)

- Не рекомендуется при отсутствии противопоказаний к назначению антикоагулянтов применение АСК у данной категории больных. УУР С (УДД — 3)

- При оперативном и консервативном ведении пациентов с переломами таза и проксимального отдела бедренной кости оптимальным является продолжение фармакологической профилактики до восстановления ожидаемой двигательной активности больного, но не менее 5 нед. после операции [18, 21, 28]. УУР В (УДД — 2)

2.4.3. Операции на коленном суставе, за исключением эндопротезирования

- Пациентам, нуждающимся в артроскопических операциях, не рекомендуется рутинное применение профилактики ВТЭО при отсутствии у них дополнительных факторов риска ВТЭО и при продолжительности использования турникета менее 45 мин., анестезии — менее 90 мин. [18, 21]. УУР В (УДД — 2)

- В случаях выполнения артроскопии с использованием турникета на 45 мин. и более, при продолжительности общего наркоза более 90 мин. или высоком риске ВТЭО у пациента (например, ВТЭО

и/или ТЭЛА в анамнезе, ожирение с ИМТ \geq 40 кг/м² и др.) целесообразно рассмотреть назначение НМГ через 6–12 ч. после операции с последующим переходом на ПОАК (дабигатрана этексилат или ривароксабан) с продлением курса ТП до 10–14 дней [18, 21]. УУР В (УДД — 2)

- Пациентам, перенесшим остеотомию или остеосинтез перелома костей, формирующих коленный сустав, при отсутствии активного кровотечения рекомендуется фармакологическая профилактика ВТЭО до восстановления обычной или ожидаемой двигательной активности больного [18]. УУР В (УДД — 2)

2.4.4. Иммобилизация нижних конечностей

- Пациентам с иммобилизацией нижних конечностей рекомендуется начать фармакологическую профилактику ВТЭО сразу после исключения продолжающегося кровотечения. Препаратами выбора являются НМГ, при их отсутствии — НФГ, в дальнейшем — с 3–4-х сут. в зависимости от состояния пациента — возможен перевод на АВК (варфарин) при условии адекватного подбора дозы и регулярного контроля МНО [18]. УУР В (УДД — 1)

2.4.5. Ортопедические операции на дистальных отделах нижней конечности (лодыжки, голеностопный сустав, стопа)

- Пациентам, нуждающимся в операциях на дистальных отделах нижней конечности, не рекомендуется рутинное применение профилактики ВТЭО при отсутствии у них дополнительных факторов риска ВТЭО, последующей иммобилизации и продолжительности анестезии менее 90 мин. [38, 39, 40, 41]. УУР В (УДД — 1)

- Рекомендуется рассмотреть возможность назначения фармакологической профилактики ВТЭО пациентам, которым при выполнении операции на стопе или голеностопном суставе требуется иммобилизация (например, артрорез, остеосинтез «трехлодыжечного» повреждения или восстановительно-реконструктивные операции на пяточном сухожилии), при продолжительности анестезии больше 90 мин. или при наличии у пациента высокого риска развития ВТЭО [38, 39, 40, 41]. УУР В (УДД — 1)

2.4.6. Ортопедические операции на верхней конечности

- Рутинно при операциях на верхней конечности под местной или региональной анестезией профилактика ВТЭО не рекомендуется [42, 43]. УУР А (УДД — 1)

- В случаях продолжительности общего наркоза или турникета более 90 мин. при вмешательствах на верхней конечности, а также если операция мо-

жет существенно затруднить двигательную активность пациента или при наличии эпизодов ВТЭО в анамнезе рекомендуется рассмотреть возможность периоперационной профилактики ВТЭО [44]. УУР В (УДД – 2)

2.4.7. Плановые операции на позвоночнике

- Рекомендовано рассмотреть возможность назначения фармакологической профилактики ВТЭО НМГ при плановых операциях на позвоночнике в случаях, когда риск ВТЭО превышает риск кровотечения, с учетом индивидуальных особенностей пациента (см. табл. 2.1, 2.2) и хирургических факторов (большая длительная операция, операция с комбинированным передне-задним доступом), а также в соответствии с клинической оценкой, проводимой лечащим врачом [23, 45, 46, 47]. УУР В (УДД – 1)

- Пациентам с высоким риском кровотечения рекомендуется до операции применять механическую тромбопрофилактику, а первое введение НМГ отложить до достижения гемостаза (12–24 ч. после операции) [23, 45, 46, 47]. УУР В (УДД – 2)

- В случае поступления пациента с ограничением двигательной активности, в том числе по поводу гемипареза/паралича рекомендовано начать фармакологическую профилактику ВТЭО в дооперационном периоде [18, 287]. УУР А (УДД – 1)

2.4.8. Тяжелые травмы (множественные и сочетанные, включая черепно-мозговую, спинного мозга, позвоночника, таза/нижних конечностей)

- Все пациенты с тяжелыми травмами относятся к группе высокого риска развития ВТЭО.

- При поступлении пациента с тяжелой травмой рекомендуется рассмотреть возможность назначения механической профилактики ВТЭО [23, 48]. УУР В (УДД – 2)

- У пациентов с тяжелой травмой рекомендуется переоценка и документирование риска развития ВТЭО и кровотечения ежедневно или чаще при изменении их клинического состояния. УУР В (УДД – 1)

- Пациентам с тяжелой травмой рекомендуется назначение фармакологической профилактики ВТЭО как можно скорее, как только риск ВТЭО превысит риск кровотечения [21, 23]. УУР В (УДД – 1)

- При наличии у пациента с тяжелой травмой неполного повреждения спинного мозга, спинальной гематомы или внутричерепного кровоизлияния рекомендуется отложить фармакологическую профилактику до достижения удовлетворительного гемостаза (обычно на 1–3-и сут.) [21, 23]. УУР В (УДД – 1)

- Пациентам с тяжелой травмой рекомендуется продолжать фармакологическую тромбопрофилактику до восстановления ожидаемой двигательной активности [23]. УУР В (УДД – 2)

- Пациентам с острой травмой спинного мозга или с черепно-мозговой травмой рекомендовано продолжать фармакологическую профилактику ВТЭО в течение 3 мес. после травмы и/или операции или до окончания периода реабилитации в условиях стационара [18, 23, 49, 50]. УУР С (УДД – 2)

2.4.9. Онкоортопедия

- Рекомендовано дополнительно оценивать и документировать риск развития ВТЭО у пациентов с учетом основного заболевания и предполагаемого хирургического вмешательства (табл. 2.7) [51, 52]. УУР В (УДД – 1)

- Всем больным со злокачественными новообразованиями при проведении хирургического лечения рекомендуется проводить профилактику ВТЭО, объем которой определяется степенью риска ВТЭО и включает медикаментозные и механические способы ТП, при этом ранняя активизация больных необходима во всех случаях [51, 52]. УУР А (УДД – 2)

- Онкологическим больным, которым планируется хирургическое лечение, рекомендуется выполнить доплерографию вен нижних конечностей с максимальным приближением исследования к дате операции [28, 53]. УУР С (УДД – 3)

Комментарии. Планируя меры профилактики ВТЭО, следует учитывать возможность бессимптомного ТГВ у существенной части онкохирургических больных [28, 52, 53].

- При невозможности выполнения пациенту операции по поводу патологического перелома бедренной кости в первые сутки рекомендовано начать медикаментозную профилактику с применением НМГ или НФГ сразу после установки диагноза, в случае высокого риска развития или продолжающегося кровотечения проводить профилактику следует немедикаментозными средствами [28, 52]. УУР А (УДД – 2)

- Целесообразно продление профилактики ВТЭО не только до восстановления прежней или ожидаемой двигательной активности, но и далее с учетом степени риска тромбоза со стороны пациента [52, 54]. УУР В (УДД – 2)

- У онкоортопедических пациентов рекомендовано рассмотреть возможность сокращения длительности использования или отказа от манипуляций, повышающих риск образования тромбов (применение турникета или жгута, проведение общей анестезии, длительная иммобилизация и пр.) [56, 56, 57]. УУР В (УДД – 2)

- Онкологическим пациентам с доброкачественным новообразованием кости и низкой сте-

пенью риска развития ВТЭО возможно проведение тромбопрофилактики только механическими способами (эластическая компрессия нижних конечностей, перемежающаяся пневмокомпрессия,

миостимуляция мышц голени и т.д.), если иного не требует характер оперативного вмешательства [52]. УУР В (УДД – 2)

Таблица 2.7

Степени риска ВТЭО при операциях по поводу опухолей и опухолеподобных поражений костей в зависимости от характера оперативного вмешательства

Степень риска	Оперативное вмешательство
Высокая	<ul style="list-style-type: none"> • Онкологическое эндопротезирование костей таза, тазобедренного или коленного сустава • Онкологическое эндопротезирование бедренной кости • Расширенная резекция костей таза • Резекция бедренной кости с замещением дефекта имплантатом или костной пластикой • Спондило- и дискэктомия с замещением имплантатом или передним спондилодезом • Межподвздошнобрюшное вычленение • Межлопаточногрудное вычленение
Средняя	<ul style="list-style-type: none"> • Внутриочаговая или сегментарная резекция длинных костей, за исключением бедренной • Плоскостная резекция подвздошной кости • Плоскостная резекция дужек, остистых и поперечных отростков позвонков • Онкологическое эндопротезирование плечевого сустава • Ампутация и экзартикуляция сегментов, за исключением ампутации бедра
Низкая	<ul style="list-style-type: none"> • Плоскостная или краевая резекция длинных костей • Внутриочаговая или сегментарная резекция коротких костей с костной пластикой дефекта • Плоскостная, краевая резекция коротких костей • Онкологическое эндопротезирование голеностопного, лучезапястного локтевого, межфаланговых суставов

2.4.10. Пациенты, длительно получающие антитромботические препараты

• Пациенты с заболеваниями и повреждениями ОДА, длительно получающие антикоагулянты и антиагреганты по терапевтическим показаниям, имеют высокий риск развития ВТЭО и при этом на момент госпитализации высокий риск развития геморрагических осложнений.

• Пациентам, получающим постоянно антитромботические препараты, в случаях когда риск ВТЭО планируемого вмешательства на ОДА превышает риск кровотечения, рекомендуется проведение фармакологической профилактики (НМГ, прямые пероральные антикоагулянты и пр.) [58]. УУР С (УДД – 2)

• Пациентам, получающим постоянно ацетилсалициловую кислоту (АСК) и поступающим для плановой операции на ОДА с низким (малые ортопедические вмешательства, когда трансфузий обычно не требуется) и умеренным (большие ортопедические вмешательства, в том числе эндопротезирование суставов, с возможными трансфузиями) риском кровотечения, прием антиагреганта не прерывается [26, 58, 59]. УУР В (УДД – 2)

• Пациентам, получающим постоянно АСК и поступающим для плановой операции на ОДА, с высоким риском кровотечения (нейрохирургические вмешательства) рекомендуется отменить препарат за 3 дня до операции [26, 58]. УУР С (УДД – 2)

• Пациентам, поступающим для плановой операции на ОДА и получающим клопидогрель, тикагрелор или прасугрель, рекомендуется отменить антиагрегант соответственно за 5, 5 и 7 дней до операции [26, 58, 59]. УУР С (УДД – 2)

• После операции прием АСК возможно возобновить сразу по достижении гемостаза; прием клопидогреля, тикагрелора или прасугреля – через 24–48 ч. [58]. УУР С (УДД – 2)

• Пациентам, постоянно получающим клопидогрель, тикагрелор или прасугрель, при необходимости неотложного хирургического вмешательства на ОДА для экстренного прерывания эффектов антиагрегантов рекомендуется проведение трансфузии тромбоконцентрата – 2 дозы на 7 кг массы тела больного (может быть неэффективен в течение 12 ч. после введения тикагрелора) [26]. УУР С (УДД – 2)

• Пациентам, поступившим для планового хирургического вмешательства и получающим АВК (варфарин), рекомендуется определить МНО [28]:

– при уровне МНО < 1,5 возможно безотлагательное выполнение оперативного вмешательства с началом фармакологической тромбопрофилактики (НМГ, НФГ) в послеоперационном периоде;

– при уровне МНО > 2, необходимо отменить АВК минимум за 5 сут. до операции и ежедневно мониторировать МНО, когда значение МНО станет < 2

рекомендовано вводить НМГ (при отсутствии НФГ в виде в/в инфузии в лечебных дозах), введение НМГ прервать за 24 ч. до операции, НФГ — за 4–6 ч. УУР В (УДД — 2)

• Пациентам, постоянно получающим ПОАК, рекомендуется отсрочить плановое оперативное вмешательство с умеренным и высоким риском кровотечения на срок, зависящий от принимаемого препарата и функции почек (табл. 2.8). В большинстве случаев прием ПОАК возобновляют после операции по достижении стойкого гемостаза, но у отдельных категорий пациентов, у которых риски ВТЭО существенно превышают риск развития кровотечения, может быть рассмотрена

«терапия моста» с периоперационным применением парентеральных антикоагулянтов [27, 60, 61]. УУР В (УДД — 3)

Комментарий. Процедуры с незначительным риском можно выполнить при остаточной концентрации ПОАК (не ранее чем через 12 ч. после приема последней дозы) с возобновлением терапии в тот же день или (самое позднее) на следующий день.

• Пациентам, постоянно получающим ПОАК, при необходимости неотложного хирургического вмешательства на ОДА в порядке неотложной помощи рекомендуется выполнение алгоритма, представленного в таблице 2.9 [27, 60, 63]. УУР В (УДД — 3)

Таблица 2.8

Сроки после приема последней дозы, рекомендуемые для выполнения оперативных вмешательств с умеренным и высоким риском кровотечений [62]

Клиренс креатинина*, мл/мин	Дабигатрана этексилат		Апиксабан, ривароксабан	
	Низкий риск кровотечения	Высокий риск кровотечения	Низкий риск кровотечения	Высокий риск кровотечения
≥ 80	≥24 ч	≥48 ч	≥24 ч	≥48 ч
50–79	≥36 ч	≥72 ч		
30–49	≥48 ч	≥96 ч		
15–29	Не показано	Не показано	≥36 ч	
<15	Нет зарегистрированного показания			

* По формуле Кокрофта – Голта.

Таблица 2.9

Тактика при экстренных и срочных хирургических вмешательствах/процедурах у пациентов, получающих ПОАК [27, 60, 63]

Шаг 1. Сбор анамнеза

- Уточнение сопутствующей патологии и принимаемых препаратов, определяющих риски кровотечений
- Антикоагулянт, принимаемый пациентом, доза препарата, время приема последней дозы

Шаг 2. Специфика обследования пациента

- Клиренс креатинина (расчет по Кокрофту – Голту)
- Коагулограмма (в зависимости от возможностей лаборатории)¹

Шаг 3. На основании информации, полученной на этапе 1 и 2, дать ответ на вопрос:

«Находится ли пациент в состоянии гипокоагуляции?»

- Если есть убедительные доказательства, что пациент не находится в состоянии гипокоагуляции — можно выполнять вмешательство.
- Если пациент находится в состоянии гипокоагуляции или отсутствуют убедительные доказательства обратного — см. шаг 4

Шаг 4. Ответить на вопрос: «Можно ли отложить данную процедуру/вмешательство во времени без негативного влияния на исход лечения пациента?»

- Если ответ «да» — рассмотреть возможность выполнения вмешательства после прекращения антикоагулянтного эффекта ПОАК (см. табл. 5.6)
- Если ответ «нет» — см. шаг 5

Шаг 5. Мероприятия, направленные на профилактику/снижение риска периоперационных кровотечений

Низкий риск кровотечения	Умеренный риск кровотечения	Высокий риск кровотечения
<ul style="list-style-type: none"> • Временная отмена антикоагулянта. • Активированный уголь² 30–50 г • Общие мероприятия, направленные на минимизацию кровопотери 	<ul style="list-style-type: none"> • Временная отмена антикоагулянта. • Активированный уголь² — 30–50 г • Общие мероприятия, направленные на минимизацию кровопотери • Меры, направленные на нейтрализацию антикоагулянтного эффекта³ — перед выполнением процедуры/вмешательства либо только в случае развития тяжелого кровотечения (необходимость нейтрализации антикоагулянтного эффекта перед вмешательством определяется в индивидуальном порядке) 	<ul style="list-style-type: none"> • Временная отмена антикоагулянта • Активированный уголь² — 30–50 г • Общие мероприятия, направленные на минимизацию кровопотери • Меры направленные на нейтрализацию антикоагулянтного эффекта³ — перед выполнением процедуры/вмешательства

Дозировки препаратов, применяемых для нейтрализации антикоагулянтного эффекта:

- идаруцизумаб (2 флакона по 2,5 г/50 мл) в виде двух внутривенных последовательных болюсных введений или инфузий длительностью не более 5–10 мин. каждая;
- нКПК (неактивированный концентрат протромбинового комплекса) — начальная доза 50 МЕ/кг, возможно последующее введение дозы 25 МЕ/кг;
- аКПК (активированный концентрат протромбинового комплекса) — 50 ЕД/кг (максимальная доза — 200 ЕД/кг в сут.);
- rVIIa (рекомбинантный фактор VIIa) — 90 мкг/кг

¹ Для дабигатрана — активированное частичное тромбопластиновое время, экариновое время свертывания, тромбиновое время, тромбиновое время в разведении, для ингибиторов Ха фактора (ривароксабан, аписксабан) — протромбиновое время, протромбин по Квику (%), анти Ха активность плазмы.

² Если последняя доза препарата принята 2–4 ч. назад.

³ У пациентов, получавших дабигатран, — введение идаруцизумаба или нКПК, аКПК, rVIIa (в случае недоступности идаруцизумаба), у пациентов, получавших ингибиторы Ха фактора (ривароксабан, аписксабан), — нКПК, аКПК, rVIIa (применение нКПК, аКПК, rVIIa с осторожностью, в особенности у пациентов с высоким риском тромбозов, данные по эффективности и безопасности применения у пациентов, получавших ПОАК, ограничены).

2.5. Лабораторный контроль на фоне фармакологической профилактики

Настоящие рекомендации не подразумевают обязательного лабораторного контроля состояния гемостаза за исключением определения МНО при приеме антагонистов витамина К. Однако для выбора дозы, определения безопасности и выявления противопоказаний к использованию НМГ, фондапаринукса и ПОАК имеет значение функция почек, которую следует оценивать у всех больных по величине клиренса креатинина или скорости клубочковой фильтрации.

В ряде случаев на фоне проведения фармакологической профилактики целесообразна лабораторная оценка гемостаза с использованием доступных для конкретного лечебного учреждения методов. Лабораторный контроль показан: при экстренных вмешательствах в течение периода эффективного действия противотромботических средств; в случаях нестандартного эффекта антитромботической терапии по данным анамнеза (повышенная или пониженная чувствительность к препарату); при тяжелых и сочетанных нарушениях гемостаза (перенесенная массивная кровопотеря, состоявшиеся тромбо-

зы, высокий риск тромботических осложнений, тромбозы на фоне тромбоцитопении и т.д.); при наличии клинических проявлений нарушений гемостаза в виде прогрессирующего тромбоза или кровоточивости.

На фоне введения НФГ или препаратов НМГ возможно уменьшение содержания тромбоцитов в крови. Иммунная тромбоцитопения обычно возникает через 4–14 сут. после начала введения гепарина (чаще при использовании НФГ), но может развиваться и раньше у больных, недавно получавших препараты гепарина. Для своевременного выявления иммунной тромбоцитопении необходимо контролировать содержание тромбоцитов в крови:

- при ведении профилактических или лечебных доз гепарина — как минимум через день с 4-х по 14-е сут. лечения или до более ранней отмены препарата;

- если больному вводили гепарин в ближайшие 3,5 мес., первое определение числа тромбоцитов следует осуществить в ближайшие 24 ч. после начала применения гепарина, а при любом ухудшении состояния в пределах получаса после внутривенного введения НФГ — немедленно.

Если содержание тромбоцитов в крови уменьшится в 2 и более раза от исходного уровня и/или будет составлять менее $100 \times 10^9/\text{л}$, следует прекратить любое введение гепарина и выполнить УЗАС вен нижних конечностей с целью поиска ТГВ. В период низкого содержания тромбоцитов в крови можно использовать ингибиторы тромбина прямого действия (дабигатрана этексилат) или ингибиторы Ха фактора (фондапаринукс, ривароксабан). После восстановления содержания тромбоцитов в крови можно перейти на АВК, начиная их применение с низких доз (для варфарина не выше 5 мг/сут.).

Применение НФГ, НМГ, фондапаринукса натрия, дабигатрана этексилата, апиксабана и ривароксабана в профилактических дозах не требует рутинного контроля системы гемостаза.

3. ДИАГНОСТИКА ВТЭО

Клинические проявления зависят от локализации тромбоза, распространенности и характера поражения венозного русла, а также длительности заболевания. В начальный период при неокклюзивных формах клиническая симптоматика слабо выражена либо вообще отсутствует. Иногда первым признаком ТГВ могут быть симптомы ТЭЛА. Типичный спектр симптоматики включает отек всей конечности либо ее части, цианоз кожных покровов и усиление рисунка подкожных вен, распирающую боль в конечности, боль по ходу сосудисто-нервного пучка [28].

Основными целями диагностики острого венозного тромбоза при подтверждении диагноза являются определение его локализации, распространенности и эмболоопасности. К эмболоопасным ТГВ относят флотирующие тромбы, имеющие единственную точку фиксации в дистальном отделе. Тромбоз поверхностных вен представляет угрозу развития ТЭЛА при переходе на глубокую венозную систему.

Целесообразно провести все диагностические исследования при подозрении на венозное тромбозэмболическое осложнение (ВТЭО) в течение 24 ч., чтобы обеспечить быстрое лечение, если диагноз подтвержден, и избежать ненужных повторных доз антикоагулянтов, если диагноз исключен.

3.1. Жалобы и анамнез

При обследовании пациентов с подозрением на острый венозный тромбоз и/или ТЭЛА у всех больных рекомендуется активное уточнение жалоб, которые могут свидетельствовать о наличии тромботического поражения вен и легочной тромбозэмболии, и тщательный сбор анамнеза для выявления, в том числе малосимптомных форм венозного тромбоза и тромбозэмболии дистальных ветвей легочных артерий [64, 65, 66]. УУР А (УДД — 1)

3.2. Физикальное обследование

Клинические признаки тромбоза поверхностных (подкожных) и глубоких вен конечностей существенно различаются. Тромбоз поверхностных вен в клинической практике традиционно обозначают термином «тромбофлебит» в связи с наличием легко выявляемых признаков воспаления (как правило, асептического) стенки вены и паравазальной клетчатки.

Клинические признаки тромбоза поверхностных вен:

- боль по ходу тромбированных подкожных вен;
- полоса гиперемии в проекции пораженной вены;
- при пальпации — шнуровидный, плотный, резко болезненный тяж;
- местное повышение температуры, гиперестезия кожных покровов.

Клинические проявления ТГВ менее специфичны, зависят от локализации тромбоза, распространенности и характера поражения венозного русла, длительности заболевания. На фоне посттравматического (послеоперационного) отека клиническое выявление ТГВ представляет сложную задачу. В начальный период при неокклюзивных формах тромбоза клиническая симптоматика не выражена либо вообще отсутствует. Нередко первыми признаками, свидетельствующими о ТГВ, у госпитального пациента могут быть симптомы ТЭЛА.

Типичный спектр симптоматики ТГВ включает:

- отек всей конечности либо голени;
- цианоз кожных покровов и усиление рисунка подкожных вен;
- распирающую боль в конечности;
- боль по ходу сосудисто-нервного пучка.

Всем пациентам с подозрением на ВТЭО следует выполнить физикальное обследование для исключения других причин клинической симптоматики [67, 68, 69, 70] УУР А (УДД — 1)

Для клинической оценки вероятности ТГВ при обследовании пациента рекомендуется использование индекса Wells (табл. 3.1). По сумме набранных баллов больных разделяют на группы с низкой, средней и высокой вероятностью венозного тромбоза [71, 72, 73, 74, 75] УУР А (УДД — 1).

У больных с подозрением на ТЭЛА ее вероятность рекомендуется оценить с помощью модифицированного правила Geneva или правила Wells (табл. 3.2 и 3.3) [72, 74, 76, 77]. УУР А (УДД — 1)

3.3. Лабораторная диагностика

• Пациентам без клинических признаков, позволяющих предположить ТГВ и/или ТЭЛА, проводить определение уровня D-димера в плазме с целью скрининга не рекомендуется. [78, 79, 80, 81]. УУР В (УДД — 2)

• Больным с клинической симптоматикой и анамнезом, не оставляющими сомнений в наличии ТГВ и/или ТЭЛА, проводить определение уровня D-димера не рекомендуется [11, 82]. УУР В (УДД – 2).

Таблица 3.1

Оценка вероятности ТГВ нижних конечностей по клиническим данным: индекс Wells [72]

Клинический признак	Количество баллов
Активное злокачественное новообразование (в настоящее время или в предшествующие 6 мес.)	1
Парез, паралич или недавняя гипсовая иммобилизации нижней(их) конечности(ей)	1
Постельный режим 3 и более сут. или большая операция в течение последних 12 нед.	1
Болезненность при пальпации по ходу глубоких вен	1
Распространенный отек нижней конечности	1
Разница периметра голени за счет отека более 3 см по сравнению со здоровой конечностью (на уровне 10 см ниже tibial tuberosity)	1
Расширенные коллатеральные поверхностные вены (не варикоз)	1
Документированный ТГВ в анамнезе	1
Альтернативный диагноз как минимум столь же вероятен, как и ТГВ	-2
Вероятность наличия ТГВ нижних конечностей	Сумма баллов
Низкая (около 3%)	0
Средняя (около 17%)	1–2
Высокая (около 75%)	≥3

Таблица 3.2

Оценка вероятности ТЭЛА по клиническим данным: модифицированное правило Geneva [77]

Показатель	Количество баллов	
	полная версия	упрощенная версия
Ранее перенесенные ТГВ или ТЭЛА	3	1
ЧСС 75–94 уд. в 1 мин.	3	1
ЧСС ≥95 уд. в 1 мин.	5	2
Операция или перелом в течение последнего месяца	2	1
Кровохарканье	2	1
Активное злокачественное новообразование	2	1
Боль в одной нижней конечности	3	1
Боль при пальпации в проекции глубоких вен нижней конечности и односторонний отек	4	1
Возраст более 65 лет	1	1
Вероятность ТЭЛА по клиническим данным	Сумма баллов	
<i>Трехуровневая шкала</i>	Сумма баллов	
низкая	0–3	0–1
средняя	4–10	2–4
высокая	≥11	≥5
<i>Двухуровневая шкала</i>	Сумма баллов	
ТЭЛА маловероятна	0–5	0–2
ТЭЛА вероятна	≥6	≥3

Таблица 3.3

Оценка вероятности ТЭЛА по клиническим данным: правило Wells [76]

Показатель	Количество баллов	
	Полная версия	Упрощенная версия
ТГВ или ТЭЛА в анамнезе	1,5	1
ЧСС > 100 уд. в 1 мин.	1,5	1
Операция или иммобилизация в последние 4 нед.	1,5	1
Кровохарканье	1	1
Активное злокачественное новообразование	1	1
Клинические признаки ТГВ	3	1
Альтернативный диагноз менее вероятен, чем ТЭЛА	3	1
Вероятность ТЭЛА по клиническим данным		
<i>Трехуровневая шкала</i>	Сумма баллов	
низкая	0–1	не оценивается
средняя	2–6	не оценивается
высокая	≥7	не оценивается
<i>Двухуровневая шкала</i>	Сумма баллов	
ТЭЛА маловероятна	0–4	0–1
ТЭЛА вероятна	≥5	≥2

• Больным с клиническими признаками, позволяющими заподозрить ТГВ и/или ТЭЛА, при отсутствии возможности выполнить в ближайшие часы компрессионное УЗАС рекомендуется определить уровень D-димера [83, 84]. УУР А (УДД – 2).

3.4. Инструментальная диагностика

• Всем пациентам с подозрением на тромбоз поверхностных, глубоких вен нижних конечностей и/или ТЭЛА рекомендуется выполнение ультразвукового компрессионного дуплексного ангиосканирования вен нижних конечностей и таза с целью уточнения диагноза и определения дальнейшей тактики лечения [79, 85, 86, 87, 88, 89, 90]. УУР А (УДД – 1)

• При распространении тромбоза на илиокавальный сегмент в случае невозможности определения его проксимальной границы и эмболоопасности по данным дуплексного УЗАС рекомендуется выполнение ретроградной илиокавографии или спиральной компьютерной томографии [91, 92, 93, 94]. УУР В (УДД – 2)

• Пациентам, которым оперативное лечение планируется в отсроченном порядке через несколько дней после травмы, рекомендуется выполнение УЗАС обеих нижних конечностей с максимальным приближением исследования к дате операции для выявления бессимптомных венозных тромбозов, особенно если адекватная медикаментозная про-

филактика не проводилась [89, 95, 96, 97, 98, 99]. УУР А (УДД – 2)

• Пациентам, которым профилактические мероприятия не выполнялись в полном объеме или у которых имеется особенно высокий риск развития ВТЭО, рекомендуется выполнение УЗАС перед началом активизации для выявления бессимптомных тромбозов глубоких вен [18, 96, 99, 100]. УУР А (УДД – 2)

• Пациенту, находящемуся в травматологическом или ортопедическом отделении при подозрении на легочную тромбоэмболию в экстренном порядке необходимо выполнить электрокардиографию и рентгенографию органов грудной клетки для исключения иной патологии сердечно-сосудистой и дыхательной систем [28, 101, 102, 103]. УУР А (УДД – 2).

4. ЛЕЧЕНИЕ ВТЭО

Задачи лечения ТГВ независимо от его локализации следующие:

- остановить распространение тромботического процесса;
- предотвратить ТЭЛА;
- не допустить прогрессирование отека и возможную венозную гангрену;
- восстановить (полностью или частично) проходимость глубоких вен;
- предупредить рецидив тромбоза.

Хирургические и терапевтические методы в лечении ТГВ используют комплексно в зависимости от приоритета задач, решаемых при лечении больного. Сфера приложения хирургических вмешательств в связи с появлением новых поколений эффективных антикоагулянтов и высокоинформативных неинвазивных методов диагностики, которые возможно использовать для динамического наблюдения за эффективностью лечения, в настоящее время имеет отчетливую тенденцию к сужению. В доминирующей доле наблюдений их задача — предотвращение массивной легочной эмболии. В послеоперационном периоде обязательно (при отсутствии противопоказаний к антикоагулянтам) проведение длительной антикоагулянтной терапии.

Выявление признаков острого тромбоза поверхностных, глубоких вен и/или ТЭЛА, а также обоснованное подозрение на них является основанием для консультации сосудистого хирурга. Дальнейшее лечение больных с ВТЭО проводят совместно сосудистый хирург и травматолог-ортопед.

Операции на ОДА должны быть отложены до устранения опасности возможной легочной тромбоэмболии. При наличии гипсовой повязки следует ее рассечь и развести края. До инструментального обследования больным с ТГВ и/или ТЭЛА должен быть предписан строгий постельный режим для снижения риска развития или прогрессирования ТЭЛА. После обследования

пациенты с неэмболоопасными формами венозного тромбоза могут быть активизированы.

4.1. Консервативное лечение

- Всем больным с ТГВ и/или ТЭЛА рекомендуется проведение антикоагулянтной терапии (при отсутствии противопоказаний) терапевтическими дозами нефракционированного гепарина (НФГ), низкомолекулярных гепаринов (НМГ), фондапаринукса натрия, прямых оральных антикоагулянтов (ПОАК) и антагонистами витамина К (табл. 4.1) [32, 104, 105, 106]. УУР А (УДД — 1).

- При обоснованном подозрении на ВТЭО рекомендуется начинать антикоагулянтную терапию до инструментальной верификации диагноза [104]. УУР С (УДД— 3).

- Пациентам с тромбозом поверхностных вен (ТПВ) рекомендуется проводить динамическую оценку течения заболевания (клиническую и на основании УЗАС) не реже 1 раза в 5–7 дней с целью исключения прогрессирования тромботического процесса [107, 108, 109]. УУР В (УДД — 2).

- Пациентам с ТПВ при низком риске перехода тромба на глубокие вены (изолированный тромбоз флебит варикозных и неварикозных притоков магистральных поверхностных вен) рекомендуется назначать системные НПВС, эластичную компрессию, топические средства, локальную гипотермию [107, 108, 109]. УУР В (УДД — 2).

Таблица 4.1

Режимы использования и дозировка антикоагулянтов для лечения ТГВ

Антикоагулянт	Способ введения	Режим дозирования	
		2 раза в сутки	1 раз в сутки
Далтепарин натрия	п/к	100 МЕ/кг	200 МЕ/кг
Надропарин кальция	п/к	86 МЕ/кг	171 МЕ/кг
Парнапарин натрия*	п/к	6400 МЕ	–
Эноксапирин натрия*	п/к	100 МЕ (1 мг)/кг	150 МЕ (1,5 мг)/кг
НФГ*	в/в затем возможно п/к	Внутривенно болюсом 5000 ЕД, далее инфузия со скоростью 1000–2000 ЕД/ч., подбор дозы по значениям АЧТВ	
Антагонисты витамина К (варфарин*)	per os	Подбор дозы (МНО в диапазоне 2,0–3,0)	
Фондапаринукс натрия	п/к	–	5–10 мг (в зависимости от массы тела)
Апиксабан*	per os	10 мг 2 раза/сут. per os (7 дней), затем 5 мг 2 раза/сут. (до 6 мес.), далее по 2,5 мг 2 раза/сут.	
Дабигатрана этексилат*	per os	≥5 сут. НМГ, затем 150 мг 2 раза/сут. per os	
Ривароксабан*	per os	15 мг 2 раза/сут. per os (3 нед.), затем 20 мг 1 раз/сут.	

* Препарат включен в Перечень жизненно необходимых и важнейших лекарственных препаратов для медицинского применения на 2020 г. (Приложение № 1 к распоряжению Правительства Российской Федерации от 12 октября 2019 г. № 2406-р).

- Пациентам с ТПВ при умеренном риске (тромбофлебит ствола магистральной подкожной вены с проксимальной границей тромба дистальнее 3 см от соустья; тромбоз надфасциального сегмента перфорантной вены до уровня фасции) и высоком риске (тромбофлебит магистральной поверхностной вены любой протяженности с проксимальной границей тромба на расстоянии 3 см от соустья или ближе) перехода тромба на глубокие вены в качестве приоритетного метода лечения рекомендуется антикоагулянтная терапия в течение 45 дней [107, 108, 109]. УУР В (УДД — 2).

- У больных с неэмболоопасными формами ТГВ антикоагулянтная терапия рекомендуется в качестве основного метода лечения. В случаях выполнения по показаниям хирургического или эндоваскулярного вмешательства, системного или регионарного тромболитического лечения рекомендуется последующее проведение антикоагулянтной терапии [104, 105]. УУР А (УДД — 1).

- Рекомендуется использовать одинаковые подходы к применению антикоагулянтов при ТГВ (нижних и верхних конечностей) и ТЭЛА [104, 110, 111, 112]. УУР В (УДД — 2).

- Всем больным с ТГВ нижних конечностей рекомендуется (при отсутствии противопоказаний) эластическая компрессия обеих нижних конечностей с использованием компрессионного трикотажа 2–3-го класса [113, 114]. УУР С (УДД — 2).

- Лечение больных с ТГВ, которым предполагается хирургическое, эндоваскулярное вмешательство или тромболитическое, а также находящимся на ИВЛ, рекомендуется начинать с парентерального введения антикоагулянтов (НФГ, НМГ, фондапаринукс) [104, 115]. УУР А (УДД — 2).

- Антикоагулянтную терапию у больных, находящихся в стабильном состоянии и которым не планируют выполнение оперативного вмешательства или тромболитического, рекомендуется проводить с использованием ПОАК [104, 105, 156]. УУР А (УДД — 1).

- Большинству пациентов с ТГВ рекомендуется проведение антикоагулянтной терапии в течение не менее 3 мес. [104, 105]. УУР А (УДД — 1).

- Больным с проксимальной локализацией ТГВ, перенесшим ТЭЛА, при наличии тромбофилий, сопряженных с высоким риском рецидива ВТЭО (антифосфолипидный синдром, дефицит антикоагулянтных протеинов С или S, мутации фактора V Лейдена или протромбина G20210A), при низком риске кровотечения и возможности поддерживать стабильный уровень антикоагуляции рекомендуется продолжение антикоагулянтной терапии до 6 мес. и более [104, 105]. УУР А (УДД — 1).

- У больных с ТГВ на фоне злокачественных новообразований с высоким риском кровотечения, а также у беременных, которым противопока-

заны оральные антикоагулянты, рекомендуется продленное использование НМГ (подкожное введение лечебной дозы в первый месяц с возможностью последующего снижения до 75% от лечебной) [116, 117, 118]. УУР А (УДД — 2).

- При выявлении в стационаре неэмболоопасной формы ТГВ у больного с повреждениями или заболеваниями ОДА, не нуждающегося по этому поводу в экстренном или срочном оперативном вмешательстве, рекомендуется проведение антикоагулянтной терапии парентеральными препаратами (лечебные дозы НМГ предпочтительны) и динамический ультразвуковой контроль за состоянием тромба и венозного русла. После стабилизации тромботического процесса, подтвержденного данными УЗАС, и стихания острых клинических проявлений тромбоза (через 3–5 сут.) возможно выполнение оперативного вмешательства на ОДА [119]. УУР В (УДД — 3).

- Проведение тромболитической терапии массивной тромбоэмболии легочных артерий рекомендуется при отсутствии показаний больным с высоким риском смерти во время госпитализации в ближайшие 30 сут. Высокий риск смерти характеризует одновременное наличие следующих признаков: шок или снижение АД ≥ 40 мм рт. ст. более чем на 15 мин.; III–V классы по шкале PESI (Pulmonary Embolism Severity Index), признаки дисфункции правого желудочка по данным эхокардиографии или КТ, повышенный уровень сердечных биомаркеров в крови. При наличии противопоказаний к тромболитикам и во всех остальных случаях рекомендуется проведение антикоагулянтной терапии. При лечении ТЭЛА рекомендуются подходы к выбору антикоагулянтов, режиму и длительности их использования аналогичные ТГВ [115, 120]. УУР А (УДД — 2).

4.2. Оперативное лечение

- Больному с ТПВ рекомендуется выполнение кроссэктомии (высокой приустьевой перевязки большой подкожной вены) при наличии противопоказаний для проведения антикоагулянтной терапии и при невозможности точной оценки распространенности тромботического процесса с помощью УЗАС, если проксимальная граница клинических проявлений тромбоза в бассейне большой подкожной вены достигает средней трети бедра и/или в бассейне малой подкожной вены — верхней трети голени, что рекомендуется расценивать как ситуацию высокого риска перехода тромба в систему глубоких вен [121, 122, 123]. УУД В (УДД — 3).

- Выполнение эндоваскулярных (имплантация кава-фильтра, катетерная тромбэктомия) и открытых хирургических вмешательств (тромбэктомия, перевязка глубокой вены проксимальнее тром-

ба, пликация НПВ) в качестве метода предотвращения массивной ТЭЛА рекомендуется больным с ТГВ по следующим показаниям [40, 124]. УУД В (УДД — 2):

- невозможность проведения надлежащей антикоагулянтной терапии;

- неэффективность адекватной антикоагулянтной терапии, на фоне которой происходит нарастание тромбоза с формированием эмболоопасного тромба (флотирующего тромба значительного диаметра длиной более 5–7 см);

- наличие эмболоопасного тромба или кава-вального сегмента в момент первичной диагностики тромбоза;

- рецидивирующая ТЭЛА с высокой (систолическое давление в легочном стволе >50 мм рт. ст.) легочной гипертензией;

- некорректная позиция установленной ранее постоянной модели кава-фильтра (например, миграция его в почечную вену), исключающая возможность повторной имплантации (пликацию производят после флеботомии и удаления кава-фильтра).

- При выявлении в стационаре эмболоопасного (флотирующего) тромба у больного с повреждениями или заболеваниями ОДА, не нуждающегося по этому поводу в экстренном или срочном оперативном вмешательстве, рекомендуется имплантация съёмной модели кава-фильтра, после чего возможно оперативное вмешательство на ОДА в сроки, определяемые травматологом-ортопедом. Тактику антикоагулянтной терапии рекомендуется использовать аналогичную применяемой при неэмболоопасной форме ТГВ [125, 126]. УУД В (УДД — 3).

- При выявлении в стационаре тромбоза или кава-вального сегмента у больного с повреждениями или заболеваниями ОДА и нуждающегося по этому поводу в экстренном или срочном оперативном вмешательстве любой формы, из-за высокой вероятности прогрессирования тромботического процесса рекомендуется имплантация съёмной модели кава-фильтра с последующим выполнением предполагаемого оперативного вмешательства на ОДА [125, 126]. УУД В (УДД — 3).

- При выявлении в стационаре эмболоопасного тромба бедренно-подколенного сегмента у больного с повреждениями или заболеваниями ОДА, нуждающегося по этому поводу в экстренном или срочном оперативном вмешательстве, рекомендуется имплантация съёмной модели кава-фильтра либо в качестве альтернативы перевязка (или пликация) поверхностной бедренной вены рассасывающейся лигатурой с последующим выполнением предполагаемого оперативного вмешательства на ОДА [125, 126]. УУД В (УДД — 3).

- При выявлении в стационаре изолированного тромбоза вен голени у пациента, нуждающегося в выполнении экстренного или срочного оперативного вмешательства на опорно-двигательном аппарате, рекомендуется проведение необходимого вмешательства и назначение антикоагулянтной терапии в послеоперационном периоде на фоне динамического ультразвукового контроля состояния тромба и венозного русла [125, 126]. УУД В (УДД — 3).

Термины и определения

Венозные тромбозэмболические осложнения (ВТЭО) — собирательное понятие, объединяющее тромбоз подкожных, глубоких вен, а также легочную тромбозэмболию.

Тромбоз глубоких вен (ТГВ) — наличие тромба в глубокой вене, который может вызвать ее окклюзию.

Тромбоз поверхностных вен (ТПВ, тромбофлебит) — наличие тромба в поверхностной вене, которое обычно сопровождается клинически определяемым воспалением.

Тромбозэмболия легочных артерий (ТЭЛА, легочная тромбозэмболия, легочная эмболия, тромбозэмболия легочной артерии) — попадание в артерии малого круга кровообращения тромбов — эмболов, которые мигрировали из вен большого круга.

Посттромботическая болезнь (ПТБ) — хроническое заболевание, обусловленное органическим поражением глубоких вен вследствие перенесенного тромбоза. Проявляется нарушением венозного оттока из пораженной конечности.

Профилактика ВТЭО — система мер, направленная на предупреждение развития опасных для жизни пациента и функции конечности осложнений (ТЭЛА и ТГВ).

Список сокращений

АВК — антагонисты витамина К
(антикоагулянты непрямого действия)
АД — артериальное давление
АСК — ацетилсалициловая кислота
АЧТВ — активированное частичное
тромбопластиновое время
ВТЭО — венозные тромбозэмболические
осложнения
КС — коленный сустав
МНО — международное нормализованное
отношение
НМГ — низкомолекулярные гепарины
НПВ — нижняя полая вена
НПВС — нестероидные противовоспалительные
средства
НФГ — нефракционированный гепарин
ОДА — опорно-двигательный аппарат
ПОАК — прямые оральные антикоагулянты

ПППК — последовательная перемежающаяся пневматическая компрессия
 РКИ — рандомизированные клинические исследования
 ТБС — тазобедренный сустав
 ТВ — тромбиновое время
 ТГВ — тромбоз глубоких вен
 ТПВ — тромбоз поверхностных вен
 ТП — тромбопрофилактика
 ТЭЛА — тромбоз эмболия легочных артерий
 УДД — уровень достоверности доказательств
 УЗАС — ультразвуковое ангиосканирование
 УУР — уровень убедительности рекомендации
 ЭП — эндопротезирование

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Рязанцев Д.И., Прохорова М.Ю., Ченский А.Д., Петров Н.В., Кавалерский Г.М., Заров А.Ю. и др. Анализ риска развития тромбозомических осложнений при эндопротезировании суставов у пациентов пожилого возраста в раннем послеоперационном периоде. *Вестник ИвГМА*. 2016;21(2):35-39.
2. Копенкин С.С. Профилактика венозных тромбозомических осложнений в ортопедической хирургии: новые возможности. *Вестник травматологии и ортопедии им Н.Н. Приорова*. 2010;(1):35-38.
3. Rosenfeld B.A., Nguyen N.D., Sung I., Faraday N. Neuroendocrine stress hormones do not recreate the postoperative hypercoagulable state. *Anesth Analg*. 1998;86(3):640-645. doi: 10.1097/00005539-199803000-00038.
4. Гайтон А.К., Холл Дж.Э. Медицинская физиология / Пер. с англ. ; под ред. В.И. Кобрина. Москва: Логосфера; 2008. 1296 с.
5. Falck-Ytter Y., Francis C.W., Johanson N.A., Curley C., Dahl O.E., Schulman S. et al. Prevention of VTE in orthopedic surgery patients. Antithrombotic therapy and prevention of thrombosis, 9th ed: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines. *Chest*. 2012;141(2 SUPPL.):e278S-e325S. doi: 10.1378/chest.11-2404.
6. Freedman K.B., Brookenthal K.R., Fitzgerald R.H., Williams S., Lonner J.H. A meta-analysis of thromboembolic prophylaxis following elective total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2000;82(7):929-938. doi: 10.2106/00004623-200007000-00004.
7. Migita K., Bito S., Nakamura M., Miyata S., Saito M., Kakizaki H. et al. Venous thromboembolism after total joint arthroplasty: Results from a Japanese multicenter cohort study. *Arthritis Res Ther*. 2014;16(4). doi: 10.1186/ar4616.
8. Sarmiento A., Goswami A. Thromboembolic disease prophylaxis in total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2005;(436):138-143. doi: 10.1097/01.blo.0000161824.52515.31.
9. Hamilton W.G., Reeves J.D., Fricka K.B., Goyal N., Engh G.A., Parks N.L. Mechanical thromboembolic prophylaxis with risk stratification in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2015;30(1):43-45. doi: 10.1016/j.arth.2014.08.006
10. Geerts W.H., Bergqvist D., Pineo G.F., Heit J.A., Samama C.M., Lassen M.R. et al. Prevention of venous thromboembolism: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines (8th edition). *Chest*. 2008;133(6 SUPPL. 6):381S-453S. doi: 10.1378/chest.08-0656.
11. Di Nisio M., van Es N., Büller H.R. Deep vein thrombosis and pulmonary embolism. *Lancet*. 2016;388(10063):3060-3073. doi: 10.1016/S0140-6736(16)30514-1.
12. Kahn S.R. The post-thrombotic syndrome. *Hematology*. 2016;2016(1):413-418. doi: 10.1182/asheducation-2016.1.413.
13. Ast M.P., Gorab A.H., Banka T.R., Lee L., Lyman S., Westrich G.H. Clinical outcomes of patients with non-fatal VTE after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2014;29(1):37-39. doi: 10.1016/j.arth.2013.04.013.
14. Лебедев А.К., Кузнецова О.Ю. Тромбоз глубоких вен нижних конечностей. *Российский семейный врач*. 2015;19(3):4-16. doi: 10.17816/RFD201534-16. Lebedev A.K., Kuznetsova O.Y. [Deep venous thrombosis of lower extremities]. *Rossiiskii semeinyi vrach [Russian Family Doctor]*. 2015;19(3):4-16. (In Russian). doi: 10.17816/RFD201534-16.
15. Хирургические болезни: учебно-метод. пособие. Под ред. С.А. Черныдзева. Екатеринбург; 2019. 37 с. [Surgical diseases]. Ed by S.A. Chernyadev. Ekaterinburg; 2019. 37 с.
16. Whitlock R.P., Sun J.C., Fries S.E., Rubens F.D., Teoh K.H. Antithrombotic and thrombolytic therapy for valvular disease: Antithrombotic therapy and prevention of thrombosis, 9th ed: American college of chest physicians evidence-based clinical practice guidelines. *Chest*. 2012;141(2 SUPPL.):e576S-e600S. doi: 10.1378/chest.11-2305.
17. Golemi I., Pablo J., Adum S., Tafur A., Caprini J. Venous thromboembolism prophylaxis using the Caprini score. *Dis Mon*. 2019;65(8):249-298. doi: 10.1016/j.disamonth.2018.12.005
18. Профилактика венозных тромбозомических осложнений в травматологии и ортопедии. Российские клинические рекомендации. *Травматология и ортопедия России*. 2012;63(1):3-24. [Prevention of venous thromboembolic complications in traumatology and orthopedics. Russian clinical guidelines]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii [Traumatology and orthopedics of Russia]*. 2012;63 (Suppl 1):3-24. (In Russian).
19. Ахтямов И.Ф., Зиятдинов Б.Г., Кильметов Т.А., Гарифуллов Г.Г. Эффективность электростимуляции как метода профилактики тромбозомических осложнений при эндопротезировании тазобедренного сустава. *Практическая медицина*. 2017;8(109):29-35. Akhtyamov I.F., Ziatdinov B.G., Kilmotov T.A., Garifullov G.G. [Efficiency of electroneurostimulation method for the prevention of thromboembolic complications in hip arthroplasty]. *Prakticheskaya meditsina [Practical Medicine]*. 2017;8(109):29-35. (In Russian).
20. Guyatt G.H., Akl E.A., Crowther M., Gutterman D.D., Schünemann H.J. Executive summary: Antithrombotic therapy and prevention of thrombosis, 9th ed: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines. *Chest*. 2012;141(2 SUPPL.):7S-47S. doi: 10.1378/chest.1412S3.
21. National Guideline Centre (UK). Venous thromboembolism in over 16s: Reducing the risk of hospital-acquired deep vein thrombosis or pulmonary embolism. London: National Institute for Health and Care Excellence (NICE); 2018 Mar.
22. Jenny J.Y., Pabinger I., Samama C.M. European guidelines on perioperative venous thromboembolism prophylaxis. *Eur J Anaesthesiol*. 2018;35(2):123-129. doi: 10.1097/EJA.0000000000000728.

23. Arthroplasty Society of Australia guidelines for VTE prophylaxis for hip and knee arthroplasty: Australian Orthopaedic Association. Published 2018. Available from: <https://aoa.org.au/about-aoa/subspecialties/arthroplasty>.
24. Anderson D.R., Dunbar M.J., Bohm E.R., Belzile E., Kahn S.R., Zukor D. et al. Aspirin versus low-molecular-weight heparin for extended venous thromboembolism prophylaxis after total hip arthroplasty: A randomized trial. *Ann Intern Med.* 2013;158(11):800-806. doi: 10.7326/0003-4819-158-11-201306040-00004.
25. Касимова А.Р., Божкова С. Влияние фармакологической тромбопрофилактики, турникета и дренирования на геморрагические осложнения в ранние сроки после эндопротезирования коленного сустава: предварительные результаты. *Травматология и ортопедия России.* 2019;25(3):70-80. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-3-70-80. Kasimova A.R., Bozhkova S.A., Tikhilov R.M., Saraev A.V., Petukhov A.I., Zhuravkov A.A. et al. [The effect of Pharmacological Thromboprophylaxis, Tourniquet and Drainage on Hemorrhagic complications in the early Stage after Knee arthroplasty: Preliminary Results]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and orthopedics of Russia]. 2019;25(3):70-80. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-3-70-80.
26. Заболотских И.Б., Киров М.Ю., Божкова С.А., Буланов А.Ю., Воробьева Н.А., Григорьев Е.В. и др. Периоперационное ведение больных, получающих длительную антитромботическую терапию. Клинические рекомендации. *Анестезиология и реаниматология.* 2014;(4):4-14. Zabolotskikh I.B., Kirov M.Yu., Bozhkova S.A., Bulanov A.Yu., Vorob'eva N.A., Grigor'ev E.V. et al. [Perioperative management of patients receiving long-term antithrombotic therapy. Clinical guidelines]. *Анестезиология и реаниматология* [Russian Journal of Anaesthesiology and Reanimatology]. 2014;(4):4-14.
27. Ревишвили А.Ш., Шляхто Е.В., Замятин М.Н., Баранова Е.И., Божкова С.А., Вавилова Т.В. и др. Особенности оказания экстренной и неотложной медицинской помощи пациентам, получающим прямые оральные антикоагулянты. *Вестник аритмологии.* 2018;(92):59-72. Revishvili A.Sh., Shlyakhto E.V., Zamyatin M.N., Baranova E.I., Bozhkova S.A., Vavilova T.V. et al. [Peculiar features of urgent and emergency medical care of patients taking direct oral anticoagulants: consensus statement of multidisciplinary expert group]. *Vestnik aritmologii* [Journal of Arrhythmology]. 2018;(92):59-72. (In Russian).
28. Российские клинические рекомендации по профилактике и лечению ВТЭО. *Флебология.* 2015;9(4, выпуск 2):4-52. [Russian clinical guidelines for the prevention and treatment of VTEO]. *Flebologiya* [Phlebology]. 2015;9(4, issue 2):4-52. (In Russian).
29. Schulman S., Konstantinides S., Hu Y., Tang L.V. Venous Thromboembolic Diseases: Diagnosis, Management and Thrombophilia Testing: Observations on NICE Guideline [NG158]. *Thromb Haemost.* 2020;120(8):1143-1146. doi: 10.1055/s-0040-1712913.
30. Tveit D.P., Hypolite I.O., Hshieh P., Cruess D., Agodoa L.Y., Welch P.G. et al. Chronic dialysis patients have high risk for pulmonary embolism. *Am J Kidney Dis.* 2002;39(5):1011-1017. doi: 10.1053/ajkd.2002.32774.
31. Li Q., Dai B., Yao Y., Song K., Chen D., Jiang Q. Chronic Kidney Dysfunction Can Increase the Risk of Deep Vein Thrombosis after Total Hip and Knee Arthroplasty. *Biomed Res Int.* 2017;2017. doi: 10.1155/2017/8260487.
32. Lazrak H.H., René É., Elftouh N., Leblanc M., Lafrance J.P. Safety of low-molecular-weight heparin compared to unfractionated heparin in hemodialysis: a systematic review and meta-analysis. *BMC Nephrol.* 2017;18(1):1-12. doi: 10.1186/s12882-017-0596-4.
33. Karaoui L.R., Tawil S., Salameh P., Chamoun N. Enoxaparin 20 mg for thromboprophylaxis in severe renal impairment. *J Int Med Res.* 2019;47(1):225-234. doi: 10.1177/0300060518799896.
34. Grootendorst D.C., Jager K.J., van Dijk P.C., Tomas L.M.J., Ansell D. CLINICIAN' S CORNER Cardiovascular and Noncardiovascular. *JAMA.* 2009;302(16):1782-1789. doi: 10.1001/jama.2009.1488.
35. Tsai M.H., Fang Y.W., Leu J.G. Tinzaparin provides lower lipid profiles in maintenance hemodialysis patients: A cross-sectional observational study. *Sci World J.* 2014;2014. doi: 10.1155/2014/486781.
36. Garcia D.A., Baglin T.P., Weitz J.I., Samama M.M. Parenteral anticoagulants - Antithrombotic therapy and prevention of thrombosis, 9th ed: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines. *Chest.* 2012;141(2 SUPPL.):e24S-e43S. doi: 10.1378/chest.11-2291.
37. Aursulesei V., Costache I.I. Anticoagulation in chronic kidney disease: from guidelines to clinical practice. *Clin Cardiol.* 2019;42(8):774-782. doi: 10.1002/clc.23196.
38. Jameson S.S., Augustine A., James P., Serrano-Pedraza I., Oliver K., Townshend D. et al. Venous thromboembolic events following foot and ankle surgery in the English National Health Service. *J Bone Joint Surg Br.* 2011; 93 B(4):490-497. doi: 10.1302/0301-620X.93B4.25731.
39. Calder J.D.F., Freeman R., Domeij-Arverud E., van Dijk C.N., Ackermann P.W. Meta-analysis and suggested guidelines for prevention of venous thromboembolism (VTE) in foot and ankle surgery. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2016;24(4):1409-1420. doi: 10.1007/s00167-015-3976-y.
40. Bickdeli B., Chatterjee S., Desai N.R., Kirtane A.J., Desai M.M., Bracken M.B. et al. Inferior Vena Cava Filter to Prevent Pulmonary Embolism: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Coll Cardiol.* 2017;70(13):1587-1597. doi: 10.1016/j.jacc.2017.07.775.
41. Weisman M.H.S., Holmes J.R., Irwin T.A., Talusan P.G. Venous Thromboembolic Prophylaxis in Foot and Ankle Surgery: A Review of Current Literature and Practice. *Foot Ankle Spec.* 2017;10(4):343-351. doi: 10.1177/1938640017692417.
42. Jameson S.S., James P., Howcroft D.W.J., Serrano-Pedraza I., Rangan A., Reed M.R. et al. Venous thromboembolic events are rare after shoulder surgery: Analysis of a national database. *J Shoulder Elb Surg.* 2011;20(5):764-770. doi: 10.1016/j.jse.2010.11.034.
43. Ojike N.I., Bhadra A.K., Giannoudis P. V., Roberts C.S. Venous thromboembolism in shoulder surgery: a systematic review. *Acta Orthop Belg.* 2011;77(3):281-289.
44. Sager B., Ahn J., Tran J., Khazzam M. Timing and Risk Factors for Venous Thromboembolism After Rotator Cuff Repair in the 30-Day Perioperative Period. *Arthroscopy.* 2019;35(11):3011-3018. doi: 10.1016/j.arthro.2019.05.045.

45. Mosenthal W.P., Landy D.C., Boyajian H.H., Idowu O.A., Shi L.L., Ramos E. et al. Thromboprophylaxis in spinal surgery. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2018;43(8):E474-E481. doi: 10.1097/BRS.0000000000002379.
46. Shiqing W., Shengzhong M., Cheng Z., Guangqing C., Chunzheng G. Efficacy of low molecular weight heparin in spinal trauma patients after part concentrated screw surgery and its influence on blood parameters and the incidence of deep venous thrombosis. *Med Hypotheses*. 2019;132. doi: 10.1016/j.mehy.2019.109330.
47. Faraoni D., Comes R.F., Geerts W., Wiles M.D. European guidelines on perioperative venous thromboembolism prophylaxis. *Eur J Anaesthesiol*. 2018;35(2):90-95. doi: 10.1097/EJA.0000000000000710.
48. Gill S.K., Pearce A.R., Everington T., Rossiter N.D. Mechanical prophylaxis, early mobilisation and risk stratification: as effective as drugs for low risk patients undergoing primary joint replacement. Results in 13,384 patients. *Surgeon*. 2020;18(4):219-225. doi: 10.1016/j.surge.2019.11.002.
49. Routhier N., Tagalakis V., Bouchard-Duchene V. Venous thromboembolism (VTE) prophylaxis - Symptoms, diagnosis and treatment. BMJ Best Practice. Available from: <https://bestpractice.bmj.com/topics/en-us/1087>.
50. Chung W.S., Lin C.L., Chang S.N., Chung H.A., Sung F.C., Kao C.H. Increased risk of deep vein thrombosis and pulmonary thromboembolism in patients with spinal cord injury: A nationwide cohort prospective study. *Thromb Res*. 2014;133(4):579-584. doi: 10.1016/j.thromres.2014.01.008.
51. Сомонова О.В., Антух Э.А., Елизарова А.Л., Матвеева И.И., Сельчук В.Ю., Черкасов В.А. Практические рекомендации по профилактике и лечению тромбозов и тромбоэмболий осложненных у онкологических больных. *Злокачественные опухоли: Практические рекомендации RUSSCO*. 2017;3s2:553-558. doi: 10.18027/2224-5057-2017-7-3s2-553-558. Somonova O.V., Antukh E.A., Elizarova A.L., Matveeva I.I., Sel'chuk V.Yu., Cherkosov V.A. [Practical recommendations for the prevention and treatment of thromboembolic complications in oncological patients]. *Malignant Tumors*. 2017;(3s2):553-558. (In Russian). doi: 10.18027/2224-5057-2017-7-3s2-553-558.
52. Хороненко В.Э., Чиссов В.И., Суворин П.А., Баскаков Д.С. Периоперационная профилактика венозных тромбозов и тромбоэмболий осложненных в плановой онкохирургии. *Исследования и практика в медицине*. 2016;3(4):61-69. doi: 10.17709/2409-2231-2016-3-4-7. Khoronenko V.E., Chissov V.I., Suvorin P.A., Baskakov D.S. [Perioperative prophylaxis of venous thromboembolism in routine oncosurgery]. *Issledovaniya i praktika v meditsine* [Research in Practical Medicine Journal]. 2016;3(4):61-69. (In Russian). doi: 10.17709/2409-2231-2016-3-4-7.
53. Carrier M., Le Gal G., Wells P.S., Fergusson D., Ramsay T., Rodger M.A. Systematic review: The Trousseau syndrome revisited: Should we screen extensively for cancer in patients with venous thromboembolism? *Ann Intern Med*. 2008;149(5):323-333. doi: 10.7326/0003-4819-149-5-200809020-00007.
54. Watson H.G., Keeling D.M., Laffan M., Tait R.C., Makris M. Guideline on aspects of cancer-related venous thrombosis. *Br J Haematol*. 2015;170(5):640-648. doi: 10.1111/bjh.13556.
55. Fleischer A.E., Abicht B.P., Baker J.R., Boffeli T.J., Jupiter D.C., Schade V.L. American College of Foot and Ankle Surgeons' Clinical Consensus Statement: Risk, Prevention, and Diagnosis of Venous Thromboembolism Disease in Foot and Ankle Surgery and Injuries Requiring Immobilization. *J Foot Ankle Surg*. 2015;54(3):497-507. doi: 10.1053/j.jfas.2015.02.022.
56. Kim S.M., Park J.M., Shin S.H., Seo S.W. Risk factors for post-operative venous thromboembolism in patients with a malignancy of the lower limb. *Bone Joint J*. 2013; 95 B(4):558-562. doi: 10.1302/0301-620X.95B4.30416.
57. Morii T., Mochizuki K., Tajima T., Aoyagi T., Satomi K. Venous thromboembolism in the management of patients with musculoskeletal tumor. *J Orthop Sci*. 2010;15(6):810-815. doi:10.1007/s00776-010-1539-0
58. Llau J. V., Kamphuisen P., Albaladejo P. European guidelines on perioperative venous thromboembolism prophylaxis. *Eur J Anaesthesiol*. 2018;35(2):139-141. doi:10.1097/EJA.0000000000000716.
59. Fleisher L.A., Fleischmann K.E., Auerbach A.D., Barnason S.A., Beckman J.A., Bozkurt B. et al. 2014 ACC/AHA guideline on perioperative cardiovascular evaluation and management of patients undergoing noncardiac surgery A report of the American College of Cardiology/American Heart Association task force on practice guidelines. *Circulation*. 2014;130(24):e278-e333. doi: 10.1161/CIR.000000000000106.
60. Heidebuchel H., Verhamme P., Alings M., Antz M., Diener H.C., Hacke W. et al. Updated European Heart Rhythm Association Practical Guide on the use of non-Vitamin K antagonist anticoagulants in patients with non-valvular atrial fibrillation. *Europace*. 2015;17(10):1467-1507. doi: 10.1093/europace/euv309.
61. Raval A.N., Cigarroa J.E., Chung M.K., Diaz-Sandoval L.J., Diercks D., Piccini J.P. et al. Management of patients on Non-Vitamin K antagonist oral anticoagulants in the acute care and periprocedural setting. *Circulation*. 2017;135(10):e604-e633. doi: 10.1161/CIR.0000000000000477.
62. Steffel J., Collins R., Antz M., Cornu P., Desteghe L., Haeusler K.G. et al. 2021 European Heart Rhythm Association Practical Guide on the Use of Non-Vitamin K Antagonist Oral Anticoagulants in Patients with Atrial Fibrillation. *Europace*. 2021;23(10):1612-1676. doi: 10.1093/europace/euab065.
63. Eikelboom J.W., Kozek-Langenecker S., Exadaktylos A., Batorova A., Boda Z., Christy F. et al. Emergency care of patients receiving non-vitamin K antagonist oral anticoagulants. *Br J Anaesth*. 2018;120(4):645-656. doi: 10.1016/j.bja.2017.11.082.
64. Kitchen L., Lawrence M., Speicher M., Frumkin K. Emergency Department Management of Suspected Calf-Vein Deep Venous Thrombosis: A Diagnostic Algorithm. *West J Emerg Med*. 2016;17(4):384-390. doi: 10.5811/westjem.2016.5.29951.
65. Roy P.M., Meyer G., Vielle B., Le Gall C., Verschuren F., Carpentier F. et al. Appropriateness of diagnostic management and outcomes of suspected pulmonary embolism. *Ann Intern Med*. 2006;144(3):157-164. doi: 10.7326/0003-4819-144-3-200602070-00003.
66. Bernardi E., Camporese G., Büller H.R., Siragusa S., Imberti D., Berchio A., et al. Serial 2-point ultrasonography plus D-dimer vs whole-leg color-coded Doppler ultrasonography for diagnosing suspected symptomatic deep vein thrombosis: A randomized controlled trial. *JAMA*. 2008;300(14):1653-1659. doi: 10.1001/jama.300.14.1653.

67. Michiels J.J., Michiels J.M., Moosdorff W., Lao M., Maasland H., Palareti G. Diagnosis of deep vein thrombosis, and prevention of deep vein thrombosis recurrence and the post-thrombotic syndrome in the primary care medicine setting anno 2014. *World J Crit Care Med.* 2015;4(1):29-39. doi: 10.5492/wjccm.v4.i1.29.
68. Righini M., Robert-Ebadi H. Diagnosis of acute Pulmonary Embolism. *Hamostaseologie.* 2018;38(1):11-21. doi: 10.5482/HAMO-17-07-0023.
69. Dronkers C.E.A., van der Hulle T., Le Gal G., Kyrle P.A., Huisman M.V., Cannegieter S.C. et al. Towards a tailored diagnostic standard for future diagnostic studies in pulmonary embolism: communication from the SSC of the ISTH. *J Thromb Haemost.* 2017;15(5):1040-1043. doi: 10.1111/jth.13654.
70. Pollack C. V., Schreiber D., Goldhaber S.Z., Slattery D., Fanikos J., O'Neil B.J. et al. Clinical characteristics, management, and outcomes of patients diagnosed with acute pulmonary embolism in the emergency department: Initial report of EMPEROR (multicenter emergency medicine pulmonary embolism in the real world registry). *J Am Coll Cardiol.* 2011;57(6):700-706. doi: 10.1016/j.jacc.2010.05.071.
71. Wells P.S., Anderson D.R., Rodger M., Forgie M., Kearon C., Dreyer J. et al. Evaluation of D-dimer in the diagnosis of suspected deep-vein thrombosis. *N Engl J Med.* 2003;349(13):1227-1235. doi: 10.1056/NEJMoa023153.
72. Modi S., Deisler R., Gozel K., Reicks P., Irwin E., Brunsvold M. et al. Wells criteria for DVT is a reliable clinical tool to assess the risk of deep venous thrombosis in trauma patients. *World J Emerg Surg.* 2016;11(1). doi: 10.1186/s13017-016-0078-1.
73. Douma R.A., Gibson N.S., Gerdes V.E.A., Büller H.R., Wells P.S., Perrier A. et al. Validity and clinical utility of the simplified Wells rule for assessing clinical probability for the exclusion of pulmonary embolism. *Thromb Haemost.* 2009;101(1):197-200. doi: 10.1160/TH08-07-0444.
74. Douma R.A., Mos I., Erkens P., Nizert T. Original Research Performance of 4 Clinical Decision Rules in the Diagnostic Management of Acute Pulmonary Embolism. A prospective cohort study. *Ann Intern Med.* 2011;154(11):709-718. doi: 10.7326/0003-4819-154-11-201106070-00002.
75. van Es N., Kraaijpoel N., Klok F.A., Huisman M.V., Den Exter P.L., Mos I.C.M. et al. The original and simplified Wells rules and age-adjusted D-dimer testing to rule out pulmonary embolism: an individual patient data meta-analysis. *J Thromb Haemost.* 2017;15(4): 678-684. doi: 10.1111/jth.13630.
76. Wells P.S., Anderson D.R., Rodger M., Ginsberg J.S., Kearon C., Gent M. et al. Derivation of a simple clinical model to categorize patients probability of pulmonary embolism: increasing the models utility with the SimpliRED D-dimer. *Thromb Haemost.* 2000;83(3):416-420.
77. Shen J.H., Chen H.L., Chen J.R., Xing J.L., Gu P., Zhu B.F. Comparison of the Wells score with the revised Geneva score for assessing suspected pulmonary embolism: a systematic review and meta-analysis. *J Thromb Thrombolysis.* 2016;41(3):482-492. doi: 10.1007/s11239-015-1250-2.
78. Kamolratanapiboon K., Tantanate C. Inappropriate use of D-dimer and impact on the test characteristics for deep vein thrombosis exclusion. *Scand J Clin Lab Invest.* 2019;79(6):431-436. doi: 10.1080/00365513.2019.1658214.
79. Zhang Y., Xia H., Wang Y., Chen L., Li S., Hussein I.A. et al. The rate of missed diagnosis of lower-limb DVT by ultrasound amounts to 50% or so in patients without symptoms of DVT: A meta-analysis. *Med (United States).* 2019;98(37). doi: 10.1097/MD.00000000000017103.
80. Zhang L.D., Liu H.B., Li Y.N., Ma H.M., Liu Y.B., Wang M.Y. Correlation analysis between plasma D-dimer levels and orthopedic trauma severity. *Chin Med J (Engl).* 2012;125(17):3133-3136.
81. Yoshiiwa T., Miyazaki M., Takita C., Itonaga I., Tsumura H. Analysis of measured D-dimer levels for detection of deep venous thrombosis and pulmonary embolism after spinal surgery. *J Spinal Disord Tech.* 2011;24(4). doi: 10.1097/BSD.0b013e3181f60603.
82. Stein P.D., Hull R.D., Patel K.C., Olson R.E., Ghali W.A., Brant R. et al. D-Dimer for the Exclusion of Acute Venous Thrombosis and Pulmonary Embolism: A Systematic Review. *Ann Intern Med.* 2004;140(8). doi: 10.7326/0003-4819-140-8-200404200-00005.
83. Huisman M.V. Effectiveness of managing suspected pulmonary embolism using an algorithm combining clinical probability, D-dimer testing, and computed tomography. *J Am Med Assoc.* 2006;295(2):172-179. doi: 10.1001/jama.295.2.172.
84. Wells P.S., Anderson D.R., Rodger M., Stiell I., Dreyer J.F., Barnes D. et al. Excluding pulmonary embolism at the bedside without diagnostic imaging: Management of patients with suspected pulmonary embolism presenting to the emergency department by using a simple clinical model and D-dimer. *Ann Intern Med.* 2001;135(2):98-107. doi: 10.7326/0003-4819-135-2-200107170-00010.
85. Pomeroy F., Dentali F., Borretta V., Bonzini M., Melchior R., Douketis J.D. et al. Accuracy of emergency physician-performed ultrasonography in the diagnosis of deep-vein thrombosis: A systematic review and meta-analysis. *Thromb Haemost.* 2013;109(1):137-145. doi: 10.1160/TH12-07-0473.
86. Shiver S.A., Lyon M., Blaivas M., Adhikari S. Prospective comparison of emergency physician-performed venous ultrasound and CT venography for deep venous thrombosis. *Am J Emerg Med.* 2010;28(3):354-358. doi: 10.1016/j.ajem.2009.01.009.
87. Righini M., Le Gal G., Aujesky D., Roy P.M., Sanchez O., Verschuren F. et al. Diagnosis of pulmonary embolism by multidetector CT alone or combined with venous ultrasonography of the leg: a randomised non-inferiority trial. *Lancet.* 2008;371(9621):1343-1352. doi: 10.1016/S0140-6736(08)60594-2.
88. Le Gal G., Righini M., Sanchez O., Roy P.M., Baba-Ahmed M., Perrier A. et al. A positive compression ultrasonography of the lower limb veins is highly predictive of pulmonary embolism on computed tomography in suspected patients. *Thromb Haemost.* 2006;95(6):963-966. doi: 10.1160/TH06-03-0158.
89. Lemech L.D., Sandroussi C., Makeham V., Burnett A., Harris J.P. Is bilateral duplex scanning necessary in patients with symptoms of deep venous thrombosis? *ANZ J Surg.* 2004;74(10):847-851. doi: 10.1111/j.1445-1433.2004.03187.x.
90. Jawa R.S., Warren K., Young D., Wagner M., Nelson L., Yetter D. et al. Venous thromboembolic disease in trauma and surveillance ultrasonography. *J Surg Res.* 2011;167(1):24-31. doi: 10.1016/j.jss.2010.09.046.
91. Katz D.S., Loud P.A., Hurewitz A.N., Mueller R., Grossman Z.D. CT Venography in Suspected Pulmonary Thromboembolism. *Semin Ultrasound CT MR.* 2004;25(1):67-80. doi: 10.1053/j.sult.2003.10.002.

92. Kanne J.P., Lalani T.A. Role of computed tomography and magnetic resonance imaging for deep venous thrombosis and pulmonary embolism. *Circulation*. 2004;109(12 Suppl 1):115-121. doi: 10.1161/01.CIR.0000122871.86662.72.
93. Rahaghi F.N., Minhas J.K., Heresi G.A. Diagnosis of Deep Venous Thrombosis and Pulmonary Embolism: New Imaging Tools and Modalities. *Clin Chest Med*. 2018;39(3):493-504. doi: 10.1016/j.ccm.2018.04.003.
94. Loud P.A., Katz D.S., Bruce D.A., Klippenstein D.L., Grossman Z.D. Deep venous thrombosis with suspected pulmonary embolism: Detection with combined CT venography and pulmonary angiography. *Radiology*. 2001;219(2):498-502. doi: 10.1148/radiology.219.2.r01ma26498.
95. Song K., Yao Y., Rong Z., Shen Y., Zheng M., Jiang Q. The preoperative incidence of deep vein thrombosis (DVT) and its correlation with postoperative DVT in patients undergoing elective surgery for femoral neck fractures. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2016;136(10):1459-1464. doi: 10.1007/s00402-016-2535-4.
96. Zhang B.F., Wei X., Huang H., Wang P.F., Liu P., Qu S.W. et al. Deep vein thrombosis in bilateral lower extremities after hip fracture: A retrospective study of 463 patients. *Clin Interv Aging*. 2018;13:681-689. doi: 10.2147/CIA.S161191.
97. Cho Y.H., Byun Y.S., Jeong D.G., Han I.H., Park Y.B. Preoperative incidence of deep vein thrombosis after hip fractures in Korean. *CiOS Clin Orthop Surg*. 2015;7(3):298-302. doi: 10.4055/cios.2015.7.3.298.
98. Smith E.B., Parvizi J., Purtill J.J. Delayed surgery for patients with femur and hip fractures-risk of deep venous thrombosis. *J Trauma*. 2011;70(6):E113-E116. doi: 10.1097/TA.0b013e31821b8768.
99. Fu Y.H., Liu P., Xu X., Wang P.F., Shang K., Ke C. et al. Deep vein thrombosis in the lower extremities after femoral neck fracture: A retrospective observational study. *J Orthop Surg*. 2020;28(1). doi: 10.1177/2309499019901172.
100. Dermody M., Alessi-Chinetti J., Iafrati M.D., Estes J.M. The utility of screening for deep venous thrombosis in asymptomatic, non-ambulatory neurosurgical patients. *J Vasc Surg*. 2011;53(5):1309-1315. doi: 10.1016/j.jvs.2010.10.115.
101. Tak T., Karturi S., Sharma U., Eckstein L., Poterucha J.T., Sandoval Y. Acute Pulmonary Embolism: Contemporary Approach to Diagnosis, Risk-Stratification, and Management. *Int J Angiol*. 2019;28(2):100-111. doi: 10.1055/s-0039-1692636.
102. Abusibah H., Abdelaziz M.M., Standen P., Bhatia P., Hamad M.M. Ambulatory management of pulmonary embolism. *Br J Hosp Med (Lond)*. 2018;79(1):18-25. doi: 10.12968/hmed.2018.79.1.18.
103. Moore C., McNamara K., Liu R. Challenges and Changes to the Management of Pulmonary Embolism in the Emergency Department. *Clin Chest Med*. 2018;39(3):539-547. doi: 10.1016/j.ccm.2018.04.009.
104. Kearon C., Akl E.A., Comerota A.J., Prandoni P., Bounameaux H., Goldhaber S.Z. et al. Antithrombotic therapy for VTE disease: Antithrombotic therapy and prevention of thrombosis, 9th ed: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines. *Chest*. 2012;141(2 Suppl):e419S-e496S. doi: 10.1378/chest.11-2301.
105. Kearon C., Akl E.A., Ornelas J., Blaivas A., Jimenez D., Bounameaux H. et al. Antithrombotic therapy for VTE disease: CHEST guideline and expert panel report. *Chest*. 2016;149(2):315-352. doi: 10.1016/j.chest.2015.11.026.
106. Agnelli G., Buller H.R., Cohen A., Curto M., Gallus A.S., Johnson M. et al. Oral apixaban for the treatment of acute venous thromboembolism. *N Engl J Med*. 2013;369(9):799-808. doi: 10.1056/NEJMoa1302507.
107. Cosmi B., Filippini M., Tonti D., Avruscio G., Ghirarduzzi A., Bucherini E. et al. A randomized double-blind study of low-molecular-weight heparin (parnaparin) for superficial vein thrombosis: STEFLUX (Superficial ThromboEmbolism and Fluxum). *J Thromb Haemost*. 2012;10(6):1026-1035. doi: 10.1111/j.1538-7836.2012.04727.x.
108. Decousus H., Prandoni P., Mismetti P., Bauersachs R.M., Boda Z., Brenner B. et al. Fondaparinux for the treatment of superficial-vein thrombosis in the legs. *N Engl J Med*. 2010;363(13):1222-1232. doi: 10.1056/NEJMoa0912072.
109. Decousus H. A pilot randomized double-blind comparison of a low-molecular-weight heparin, a nonsteroidal anti-inflammatory agent, and placebo in the treatment of superficial vein thrombosis. *Arch Intern Med*. 2003;163(14):1657-1663. doi: 10.1001/archinte.163.14.1657.
110. Cote L.P., Greenberg S., Caprini J.A., Tafur A., Choi C., Muñoz F.J. et al. Comparisons between Upper and Lower Extremity Deep Vein Thrombosis: A Review of the RIETE Registry. *Clin Appl Thromb*. 2017;23(7):748-754. doi: 10.1177/1076029616663847.
111. Schastlittsev I., Lobastov K., Tsaplin S., Kanzafarova I., Barinov V., Laberko L. et al. Rivaroxaban in the treatment of upper extremity deep vein thrombosis: A single-center experience and review of the literature. *Thromb Res*. 2019;181:24-28. doi: 10.1016/j.thromres.2019.07.008.
112. van den Houten M.M.L., van Grinsven R., Pouwels S., Yo L.S.F., van Sambeek M.R.H.M., Teijink J.A.W. Treatment of upper-extremity outflow thrombosis. *Phlebology*. 2016;31(1 Suppl):28-33. doi: 10.1177/0268355516632661.
113. Aschwanden M., Jeanneret C., Koller M.T., Thalhammer C., Bucher H.C., Jaeger K.A. Effect of prolonged treatment with compression stockings to prevent post-thrombotic sequelae: A randomized controlled trial. *J Vasc Surg*. 2008;47(5):1015-1021. doi: 10.1016/j.jvs.2008.01.008.
114. Ginsberg J.S., Hirsh J., Julian J., LaandeVries M. Vander, Magier D., MacKinnon B. et al. Prevention and treatment of postphlebotic syndrome: Results of a 3-part study. *Arch Intern Med*. 2001;161(17):2105-2109. doi: 10.1001/archinte.161.17.2105.
115. Konstantinides S.V., Meyer G., Galié N., Simon R., Gibbs J., Aboyans V. et al. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism developed in collaboration with the European Respiratory Society (ERS). *Eur Respir J*. 2019;54(3). doi: 10.1183/13993003.01647-2019.
116. Lee A.Y.Y., Levine M.N., Baker R.I., Bowden C., Kakkar A.K., Prins M. et al. Low-molecular-weight heparin versus a coumarin for the prevention of recurrent venous thromboembolism in patients with cancer. *N Engl J Med*. 2003;349(2):146-153. doi: 10.1056/NEJMoa025313.
117. Woodruff S., Lee A.Y.Y., Carrier M., Feugère G., Abreu P., Heissler J. Low-molecular-weight-heparin versus a coumarin for the prevention of recurrent venous thromboembolism in high- and low-risk patients with active cancer: a post hoc analysis of the CLOT Study. *J Thromb Thrombolysis*. 2019;47(4):495-504. doi: 10.1007/s11239-019-01833-w.

118. Bates S.M., Rajasekhar A., Middeldorp S., McLintock C., Rodger M.A., James A.H. et al. American Society of Hematology 2018 guidelines for management of venous thromboembolism: Venous thromboembolism in the context of pregnancy. *Blood Adv.* 2018;2(22):3317-3359. doi: 10.1182/bloodadvances.2018024802.
119. Shin W.C., Woo S.H., Lee S.J., Lee J.S., Kim C., Suh K.T. Preoperative prevalence of and risk factors for venous thromboembolism in patients with a hip fracture an indirect multidetector CT venography study. *J Bone Joint Surg Am.* 2016;98(24):2089-2095. doi: 10.2106/JBJS.15.01329.
120. Marti C., John G., Konstantinides S., Combescur C., Sanchez O., Lankeit M. et al. Systemic thrombolytic therapy for acute pulmonary embolism: A systematic review and meta-analysis. *Eur Heart J.* 2015;36(10):605-614. doi: 10.1093/eurheartj/ehu218.
121. Dua A., Heller J.A., Patel B., Desai S.S. Variability in the Management of Superficial Venous Thrombophlebitis across Practitioners Based in North America and the Global Community. *Thrombosis.* 2014;2014:1-6. doi: 10.1155/2014/306018.
122. Di Nisio M., Wichers I.M., Middeldorp S. Treatment for superficial thrombophlebitis of the leg. *Cochrane Database Syst Rev.* 2018;2018(2). doi: 10.1002/14651858.CD004982.pub6.
123. Wichers I., Di Nisio M., Buller H., Middeldorp S. Treatment of superficial vein thrombosis to prevent deep vein thrombosis and pulmonary embolism: a systematic review. *Haematologica.* 2005;90(5):672-677.
124. Mismetti P., Laporte S., Pellerin O., Ennezat P.V., Couturaud F., Elias A. et al. Effect of a retrievable inferior vena cava filter plus anticoagulation vs anticoagulation alone on risk of recurrent pulmonary embolism: A randomized clinical trial. *JAMA.* 2015;313(16):1627-1635. doi: 10.1001/jama.2015.3780.
125. Shao M., Zhao J., Mei J., Zhang J., Pan Y. [Application of inferior vena cava filters in prevention of peri-operative pulmonary embolism in patients with bone fracture combined with deep venous thrombosis: a report of 572 cases]. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi.* 2012;50(5):418-421. (In Chinese).
126. Pan Y., Zhao J., Sun Y., Chen Y., Zhou X., Xia R. et al. [A single-center retrospective study on the intraluminal implantation of inferior vena cava filter for the lower extremity trauma patients with deep venous thrombosis]. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi.* 2014;52(4):254-257. (In Chinese).

ПРИЛОЖЕНИЕ

Методология разработки клинических рекомендаций

Методы, используемые для сбора/выбора доказательств: поиск в электронных базах данных

Описание методов, используемых для сбора доказательств: доказательной базой для написания настоящих методических рекомендаций являются материалы, вошедшие в MedLine, PubMed, базу Cochrane, материалы издательства Elsevier и статьи в авторитетных отечественных журналах по травматологии и ортопедии. Глубина поиска

составляет 20 лет. Полученные сведения ранжированы по уровню достоверности (доказательности) в зависимости от количества и качества исследований по данной проблеме. Авторы использовали методику оценки уровня убедительности рекомендаций и степени достоверности доказательств согласно Приложению 2 к Требованиям к структуре клинических рекомендаций, составу и научной обоснованности включаемой в клинические рекомендации информации, утвержденным приказом Минздрава России от 28.02.2019 г. № 1034.

Таблица П1

Шкала оценки уровней достоверности доказательств (УДД) для методов диагностики (диагностических вмешательств)

Уровень достоверности	Тип данных
1	Систематические обзоры исследований с контролем референсным методом или систематический обзор рандомизированных клинических исследований с применением метаанализа
2	Отдельные исследования с контролем референсным методом или рандомизированные клинические исследования и систематические обзоры исследований любого дизайна, за исключением рандомизированных клинических исследований с применением метаанализа
3	Исследования без последовательного контроля референсным методом или исследования с референсным методом, не являющимся независимым от исследуемого метода, или нерандомизированные сравнительные исследования, в том числе когортные исследования любого дизайна
4	Несравнительные исследования, описание клинического случая
5	Имеется лишь обоснование механизма действия или мнение экспертов

Таблица ПЗ

Шкала определения уровней убедительности рекомендаций

Категория	Описание
A	Однозначная (сильная) рекомендация (все исследования имеют высокое или удовлетворительное методологическое качество, их выводы по интересующим исходам являются согласованными)
B	Неоднозначная (условная) рекомендация (не все исследования имеют высокое или удовлетворительное методологическое качество, их выводы по интересующим исходам не являются согласованными)
C	Низкая (слабая) рекомендация — отсутствие доказательств надлежащего качества (все исследования имеют низкое методологическое качество, их выводы по интересующим исходам не являются согласованными)

Таблица П2

Шкала оценки уровней достоверности доказательств (УДД) для методов профилактики, лечения и реабилитации (профилактических, лечебных, реабилитационных вмешательств)

Уровень достоверности	Тип данных
1	Систематический обзор рандомизированных клинических исследований с применением метаанализа
2	Отдельные рандомизированные клинические исследования и систематические обзоры исследований любого дизайна, за исключением рандомизированных клинических исследований с применением метаанализа
3	Нерандомизированные сравнительные исследования, в том числе когортные исследования любого дизайна
4	Несравнительные, описание клинического случая или серии случаев, исследование «случай-контроль»
5	Имеется лишь обоснование механизма действия вмешательства (доклинические исследования) или мнение экспертов

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Заявленный вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Все авторы прочли и одобрили финальную версию рукописи статьи. Все авторы согласны нести ответственность за все аспекты работы, чтобы обеспечить надлежащее рассмотрение и решение всех возможных вопросов, связанных с корректностью и надежностью любой части работы.

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

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

Этическая экспертиза. Не применима.

Информированное согласие на публикацию. Не требуется.

DISCLAIMERS

Author contribution

All authors made equal contributions to the study and the publication.

All authors have read and approved the final version of the manuscript of the article. All authors agree to bear responsibility for all aspects of the study to ensure proper consideration and resolution of all possible issues related to the correctness and reliability of any part of the work.

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

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

Ethics approval. Not applicable.

Consent for publication. Not required.

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

Божкова Светлана Анатольевна — д-р мед. наук
<https://orcid.org/0000-0002-2083-2424>
 e-mail: clinpharm-rniito@yandex.ru

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

Андрияшкин Вячеслав Валентинович — д-р мед. наук
<https://orcid.org/0000-0002-6997-4415>
 e-mail: andriyashkin@gmail.com

Ахтямов Ильдар Фуатович — д-р мед. наук, профессор
<https://orcid.org/0000-0002-4910-8835>
 e-mail: yalta60@mail.ru

Белов Михаил Викторович — канд. мед. наук
<https://orcid.org/0000-0001-7955-3625>
 e-mail: micbelov@yandex.ru

Дианов Сергей Вячеславович — д-р мед. наук, профессор
<https://orcid.org/0000-0002-1412-9580>
 e-mail: sdianov@mail.ru

Каплунов Олег Анатольевич — д-р мед. наук
<https://orcid.org/0000-0001-6634-4162>
 e-mail: volortho@mail.ru

Копенкин Сергей Семенович — канд. мед. наук
<https://orcid.org/0000-0001-7572-4976>
 e-mail: serko2001@mail.ru

Маланин Дмитрий Александрович — д-р мед. наук,
 профессор
<https://orcid.org/0000-0001-7507-0570>
 e-mail: malanin67@mail.ru

Муштин Никита Евгеньевич — канд. мед. наук
<https://orcid.org/0000-0002-7264-7861>
 e-mail: mushtin.nikita@yandex.ru

Цед Александр Николаевич — д-р мед. наук
<https://orcid.org/0000-0001-8392-5380>
 e-mail: travma1@mail.ru

Authors' information

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

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

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

Vyacheslav V. Andriyashkin — Dr. Sci. (Med.)
<https://orcid.org/0000-0002-6997-4415>
 e-mail: andriyashkin@gmail.com

Il'dar F. Akhtyamov — Dr. Sci. (Med.), Professor
<https://orcid.org/0000-0002-4910-8835>
 e-mail: yalta60@mail.ru

Mikhail V. Belov — Cand. Sci. (Med.)
<https://orcid.org/0000-0001-7955-3625>
 e-mail: micbelov@yandex.ru

Sergei V. Dianov — Dr. Sci. (Med.), Professor
<https://orcid.org/0000-0002-1412-9580>
 e-mail: sdianov@mail.ru

Oleg A. Kaplunov — Dr. Sci. (Med.)
<https://orcid.org/0000-0001-6634-4162>
 e-mail: volortho@mail.ru

Sergei S. Kopenkin — Cand. Sci. (Med.)
<https://orcid.org/0000-0001-7572-4976>
 e-mail: serko2001@mail.ru

Dmitrii A. Malanin — Dr. Sci. (Med.), Professor
<https://orcid.org/0000-0001-7507-0570>
 e-mail: malanin67@mail.ru

Nikita E. Mushtin — Cand. Sci. (Med.)
<https://orcid.org/0000-0002-7264-7861>
 e-mail: mushtin.nikita@yandex.ru

Alexander N. Tsed — Dr. Sci. (Med.)
<https://orcid.org/0000-0001-8392-5380>
 e-mail: travma1@mail.ru



Сухожильные швы Розова и Kessler: общие свойства и различия

П.А. Березин¹, А.С. Золотов², Р.Д. Волыхин³, Е.Н. Евдокимова⁴,
Л.И. Морозов⁵, И.А. Лазарев⁵

¹ ФГБОУ ВО «Ярославский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Ярославль, Россия

² ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», г. Владивосток, Россия

³ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

⁴ ГБУЗ АО «Архангельская областная клиническая больница», г. Архангельск, Россия

⁵ ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Архангельск, Россия

Актуальность. Шов Kessler является одной из наиболее распространенных методик восстановления сухожилий, а его схематическое изображение можно найти в большинстве руководств по хирургии кисти, наряду со швами Bunnel и Tsuge. В нашей стране такой же популярностью пользуется шов, предложенный В.И. Розовым, при этом ряд авторов считает, что швы Розова и Kessler очень похожи. Как шов Розова, так и шов Kessler имеют большое количество модификаций, существенно отличающихся от оригиналов, но сохраняющих при этом авторские названия, что вносит путаницу и мешает анализу использования различных способов восстановления целостности сухожилий.

Цель исследования — найти корректные авторские описания шва Розова и шва Kessler, апробировать оригинальные техники на модели сухожилия, сравнить методики, проанализировать общие свойства и различия.

Материал и методы. Проведен поиск информации в отечественных и зарубежных публикациях, руководствах по травматологии и ортопедии, монографиях, методических письмах, материалах съездов и конгрессов, интернет-ресурсах. Апробация методик проводилась на модели сухожилия, в качестве которой использовался силиконовый стержень диаметром 1 см.

Результаты. Первое изображение шва В.И. Розова, обнаруженное нами, датируется 1958 г., оригинальная «охватывающая» техника восстановления сухожилий сгибателей была предложена I. Kessler в 1969 г. Данные методики имеют ряд существенных различий в расположении узлов, способах фиксации и плоскостях проведения нитей в толще сухожилия.

Заключение. Данные выполненного исследования дают основания полагать, что В.И. Розов и I. Kessler предложили два разных способа наложения сухожильного шва.

Ключевые слова: шов сухожилия, шов Розова, шов Kessler, история медицины.

Березин П.А., Золотов А.С., Волыхин Р.Д., Евдокимова Е.Н., Морозов Л.И., Лазарев И.А. Сухожильные швы Розова и Kessler: общие свойства и различия. *Травматология и ортопедия России*. 2022;28(3):167-175. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-1975>.

Березин Павел Андреевич; e-mail: medicinehead@mail.ru

Рукопись получена: 14.08.2022. Рукопись одобрена: 05.09.2022. Статья опубликована: 12.09.2022.

© Березин П.А., Золотов А.С., Волыхин Р.Д., Евдокимова Е.Н., Морозов Л.И., Лазарев И.А., 2022



Rozov and Kessler Tendon Sutures: Common Properties and Differences

Pavel A. Berezin¹, Aleksandr S. Zolotov², Rodion D. Volykhin³, Elena N. Evdokimova⁴, Lev I. Morozov⁵, Ilya A. Lazarev⁵

¹ Yaroslavl State Medical University, Yaroslavl, Russia

² Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia

³ Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia

⁴ Arkhangelsk Regional Clinical Hospital, Arkhangelsk, Russia

⁵ Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia

Background. The Kessler suture is one of the most common tendon repair techniques and can be found schematically in most manuals of hand surgery, along with Bunnel and Tsuge sutures. In our country, the seam proposed by V.I. Rozov, while a number of authors believe that Rozov and Kessler sutures are very similar. Both techniques, both the Rozov's suture and the Kessler suture, have a large number of modifications that differ significantly from the originals, but retain the author's names, which confuses and hinders the analysis of the use of various methods for restoring the integrity of the tendons.

The aim – to find the correct author's description of Rozov's suture and Kessler's suture, test original techniques on a tendon model, compare techniques, analyze common properties and differences.

Methods. Information was searched in domestic and foreign publications, manuals on traumatology and orthopedics, monographs, methodical letters, materials of congresses, Internet resources. Approbation of the methods was carried out on a tendon model, which was a silicone rod with a diameter of 1 cm.

Results. The first image of the Rozov's suture discovered by us, dates back to 1958, the original "grasping" technique of flexor tendon repair was proposed by I. Kessler in 1969. These techniques have a number of significant differences in the location of nodes, methods of fixation and planes of threads in the thickness of the tendon.

Conclusion. The data of this study give reason to believe that V.I. Rozov and I. Kessler proposed two different ways of applying a tendon suture.

Keywords: tendon repair, Rozov suture, Kessler suture, history of medicine.

Cite as: Berezin P.A., Zolotov A.S., Volykhin R.D., Evdokimova E.N., Morozov L.I., Lazarev I.A. [Rozov and Kessler Tendon Sutures: Common Properties and Differences]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2022;28(3):167-175. (In Russian). <https://doi.org/10.17816/2311-2905-1975>.

✉ Pavel A. Berezin; e-mail: medicinehead@mail.ru

Submitted: 14.08.2022. Accepted: 05.09.2022. Published: 12.09.2022.

© Berezin P.A., Zolotov A.S., Volykhin R.D., Evdokimova E.N., Morozov L.I., Lazarev I.A., 2022

ВВЕДЕНИЕ

Один раз в три года кистевые хирурги всех стран и континентов традиционно собираются на международный профессиональный конгресс. На каждом съезде группе наиболее выдающихся специалистов присваивается почетное звание — «пионер хирургии кисти». В 2001 г. на VIII Конгрессе в Стамбуле одним из «пионеров» был признан израильский хирург Isidor Kessler. «Охватывающая» техника восстановления сухожилий, предложенная этим ученым в 1969 г., и по сей день является одним из наиболее распространенных способов шивания сухожилий сгибателей. Так, согласно данным анкетирования кистевых хирургов, проведенного в Великобритании в 2014 г., для восстановления сухожилий сгибателей 36% из них использовали технику Kessler, что являлось наиболее популярным результатом [1]. В нашей стране похожую популярность получил шов, предложенный В.И. Розовым. А ряд авторов считает, что шов Kessler очень похож на шов Розова [2, 3, 4].

Обе методики, как шов Розова, так и шов Kessler, имеют большое количество модификаций, существенно отличающихся от оригиналов, но сохраняющих при этом авторские названия, что вносит путаницу и мешает анализу использования различных способов восстановления целостности сухожилий.

Цель исследования — найти корректные авторские описания шва Розова и шва Kessler, апробировать оригинальные техники на модели сухожилия, сравнить методики, проанализировать общие свойства и различия.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проведен поиск информации в отечественных и иностранных базах данных (eLIBRARY, PubMed, Google Scholar), руководствах по травматологии и ортопедии, монографиях, методических письмах, материалах съездов и конгрессов, интернет-ресурсах.

Апробация методик проводилась на модели сухожилия, в качестве которой использовался силиконовый стержень круглого сечения диаметром 1 см. Швы накладывались полипропиленовой нитью толщиной 0 по USP (3,5 metric) на колющей игле.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Первое изображение техники В.И. Розова было обнаружено нами на страницах сборника рефератов «Новые методы диагностики и лечения, инструменты, аппараты и приборы в травматологии и ортопедии» 1958 г. [5]. При этом в источниках, на которые ранее ссылались другие авторы (диссертация В.И. Розова на соискание ученой степени

доктора медицинских наук (1950), его монография «Повреждения сухожилий кисти и пальцев и их лечение» (1952) и статья «Актуальные вопросы первичного шва сухожилий сгибателей пальцев кисти» (1958), никаких упоминаний об авторском способе наложения шва выявлено не было [2, 3]. Исходя из этого, осмелимся предположить, что впервые оригинальная методика наложения шва Розова была представлена в разделе «Вариант сухожильного шва» данного сборника (рис. 1).

В своем реферате Розов отмечает, что вариант предложенного им шва по существу является упрощением методики, предложенной Блохом и Бонне (рис. 2) [5].

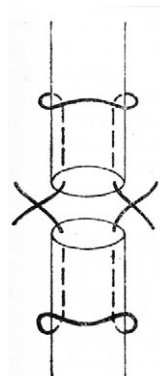


Рис. 1. Схема наложения шва Розова (1958) [5]

Fig. 1. Scheme of Rozov suture (1958) [5]

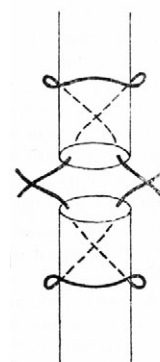


Рис. 2. Схема наложения шва Блоха–Бонне (1958) [5]

Fig. 2. Scheme of Bloch-Bonnet suture 1958 [5]

Интересным является тот факт, что на иллюстрации поперечный компонент шва изображен сплошной линией, что создает впечатление того, что нить в данной области располагается снаружи сухожилия. Сам автор шва подробной методики его наложения в тексте не приводит, ограничиваясь лишь представленным рисунком. В более поздних трудах Ленинградского НИИ травматологии и ортопедии при изображении данного шва нить на всем протяжении уже отображена пунктирной чертой, что позволяет предположить, что она проведена внутривульво (рис. 3) [6].

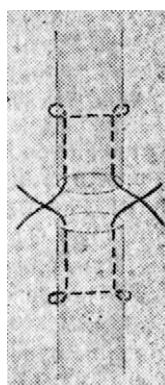


Рис. 3. Схема наложения шва Розова (1960) [6]

Fig. 3. Scheme of Rozov suture (1960) [6]

При наложении шва Розова каждый конец поврежденного сухожилия прошивается отдельной нитью, при этом на его скользящей поверхности остаются лишь два небольших фрагмента шовного материала по «боковым» поверхностям, а свободные концы нитей выводятся в плоскость разрыва (рис. 4).

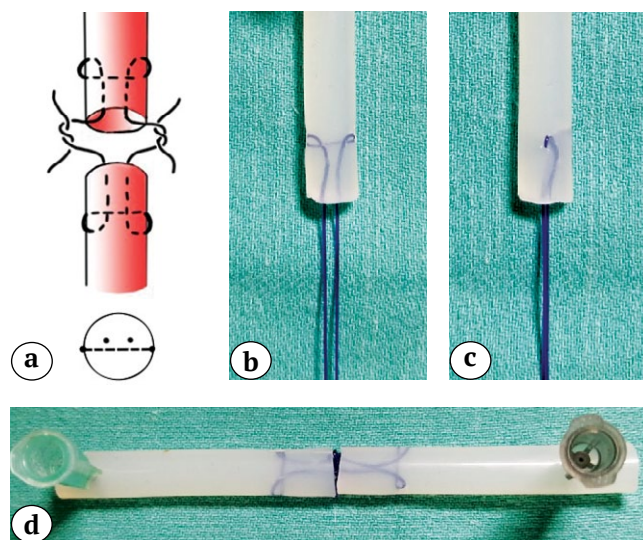


Рис. 4. Шов Розова: схема наложения шва (а); конец силиконовой модели, прошитый по Розову во фронтальной (b) и сагитальной (с) плоскости; внешний вид шва Розова на силиконовой модели (d)

Fig. 4. Rozov suture: scheme of suture (a); the end of the silicone model stitched according to Rozov in frontal (b) and sagittal (c) planes; appearance of Rozov suture on a silicone model (d)

Недостатком шва Розова является тот факт, что его внутрисухожильный компонент располагается только в одной плоскости — фронтальной, исходя из чего возрастает вероятность того, что при увеличении нагрузки нить прорежет сухожилие. Помимо этого, при использовании данной методики узлы располагаются между концами восстановленного сухожилия, что, согласно последним данным, ассоциировано с большим риском возникновения несостоятельности шва [7, 8, 9, 10].

«Охватывающая» техника (grasping technique) восстановления сухожилий сгибателей впервые была предложена Isidor Kessler в соавторстве с Fuad Nissim на страницах журнала *Acta Orthopaedica Scandinavica* в 1969 г. в статье под названием «Первичное восстановление сухожилий сгибателей в сухожильном канале без иммобилизации: экспериментальное и клиническое исследование» [11].

Оригинальная методика шва Kessler предполагает фиксацию нити к каждому концу восстанавливаемого сухожилия при помощи двух блокирующих петель, располагающихся на его скользящей поверхности (рис. 5). Данный прием предотвра-

щает смещение нитей внутри сухожилия, снижая вероятность расхождения его концов. Таким образом, «охватывающая» методика Kessler представляет собой шов с блокируемыми петлями.

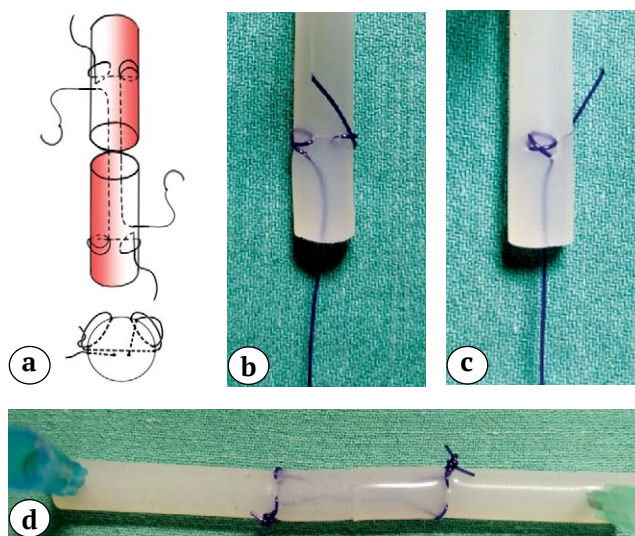


Рис. 5. Шов Kessler (1969): схема наложения шва Kessler (а); конец силиконовой модели, прошитый по Kessler во фронтальной (b) и сагитальной (с) плоскости; внешний вид шва Kessler на силиконовой модели (d)

Fig. 5. Kessler suture (1969): scheme of suture (a); the end of the silicone model stitched according to Kessler in frontal (b) and sagittal (c) planes; Appearance of Kessler suture on a silicone model (d)

Видео этапов наложения шва Kessler можно посмотреть используя QR-код (рис. 6) или по ссылке <https://youtu.be/m9V5hp0u4E0>.



Рис. 6. QR-код со ссылкой на видео этапов наложения «охватывающего» шва Kessler

Fig. 6. QR code with a link to the video of the Kessler grasping suture

В своей статье I. Kessler отмечает, что в основе «охватывающей» методики лежит техника, предложенная Mason и Allen, которая, вероятно, является первой блокирующей техникой сшивания сухожилий [11, 12] (рис. 7). Недостатком шва Kessler является расположение узлов, фиксирующих нити, на поверхности сухожилия, что снижает его скользящие свойства. С целью нивелирования данного неблагоприятного явления авторы предлагали частично рассекать канал сухожилия [11].

Статья, в которой впервые описывалась техника Kessler, включала предварительные данные тестирования новой методики на 40 куриных сухожилиях и описание 7 клинических случаев. В 21 из

40 экспериментов на биологической модели при нагрузке возникла несостоятельность шва, однако во всех случаях причиной несостоятельности послужил разрыв нити, а не прорезывание сухожилия. Авторы предположили, что высокая частота разрывов была обусловлена слабостью витой проволоки толщиной 0,008 дюйма (приблизительно 0,2 мм), используемой в качестве шовного материала, и выразили надежду на перспективность успешного использования предложенной методики в будущем [11].

Широкую известность шов Kessler приобрел в 1973 г., когда доктора Urbaniak, Mortenson и Cahill представили данную технику на ежегодном собрании Американского общества кистевых хирургов в Лас-Вегасе. J.R. Urbaniak и его коллеги продемонстрировали результаты своего анализа прочности на разрыв пяти различных способов восстановления сухожилий. Исследуемые методики включали в себя узловые швы, накладываемые по окружности, и техники, предложенные Nicoladoni, Mason и Allen, Bunnell и Kessler (рис. 7).

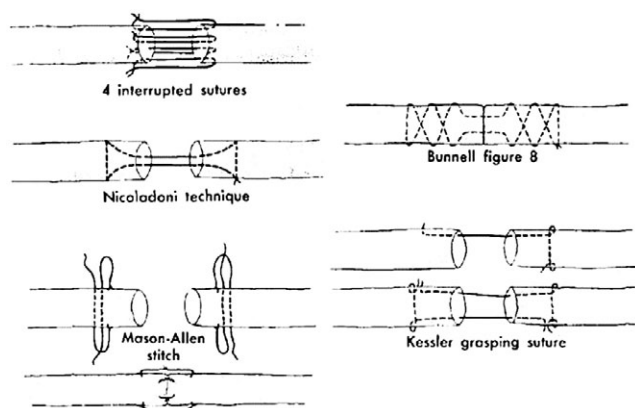


Рис. 7. Методики восстановления целостности сухожилий, исследованные J.R. Urbaniak с соавторами [Цит. по 12]

Fig. 7. Tendon repair techniques studied by J.R. Urbaniak et al. [Cited in 12]

В общей сложности каждая из пяти методик была протестирована 20 раз на сухожилиях собак с использованием нитей из нержавеющей стали 4/0. Самой надежной была признана техника Mason и Allen, предел ее прочности на разрыв составил 4030 г. Методика Kessler оказалась второй с результатом 3970 г. При использовании обеих методик причиной несостоятельности оказался разрыв нитей в 16 случаях и прорезывание шва в 4 случаях. Кроме того, сравнивалась прочность методики Bunnell и методики Kessler в послеоперационном периоде. На 5-й день после вмешательства шов Kessler оказался прочнее шва Bunnell в 3 раза [12].

Следует отметить, что техника шва, используемая J.R. Urbaniac с коллегами в своем исследовании, отличалась от оригинальной методики Kessler тем, что на каждом углу восстанавливаемого сухожилия вместо блокируемой петли использовалась скользящая, следовательно, нить не фиксировалась в сухожилии и могла свободно перемещаться в ткани сухожилия (рис. 8). Данная методика скорее напоминала технику, предложенную Kirchmayr в 1917 г. (рис. 9), чем оригинальный шов Kessler [12].

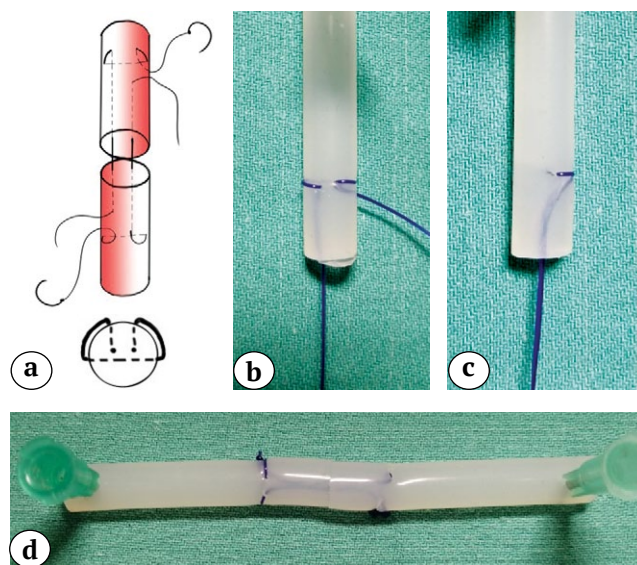


Рис. 8. Шов Kessler в модификации Urbaniac (1973): схема наложения шва Kessler в модификации Urbaniac (a); конец силиконовой модели, прошитый по Kessler в модификации Urbaniac во фронтальной (b) и сагиттальной (c) плоскостях; внешний вид шва Kessler в модификации Urbaniac на силиконовой модели (d)

Fig. 8. Kessler suture in Urbaniac modification (1973): scheme of Kessler suture in the Urbaniac modification (a); the end of the silicone model stitched according to Kessler in the Urbaniac modification in frontal (b) and sagittal (c) planes; the appearance of the Kessler suture in the modification of Urbaniac on a silicone model (d)

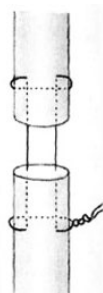


Рис. 9. Схема наложения шва по Kirchmayr (1917) [12]

Fig. 9. Scheme of Kirchmayr suture (1917) [12]

Любопытен также тот факт, что шов Bunnell, представленный в исследовании, отличается от оригинальной методики, предложенной автором в 1918 г. (рис. 10) [13]. Таким образом, в исследовании J.R. Urbaniac сравнивался модифицированный шов Kessler с модификацией шва Bunnell.

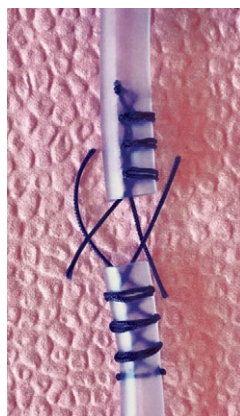


Рис. 10. Оригинальный шов, предложенный S. Bunnell (иллюстрация публикуется с разрешения авторов) [13]

Fig. 10. The original suture proposed by S. Bunnell (Illustration published with the permission of the authors) [13]

Интересно отметить, что Kessler знал, что методика шва, предложенная Urbanias с коллегами, отличается от оригинальной, и в том же 1973 г. опубликовал еще одну статью, в которой привел детальное описание своей «охватывающей» техники (рис. 11) [14].

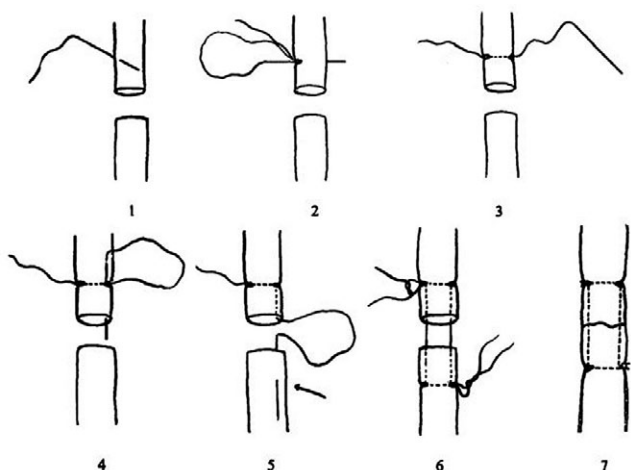


Рис. 11. Поэтапная техника восстановления сухожилий при использовании «охватывающей» методики Kessler [14]

Fig. 11. Stepwise tendon repair technique using Kessler's grasping technique [14]

Однако двумя годами позднее, в 1975 г., была опубликована статья J.R. Urbanias с соавторами, в которой кратко излагались тезисы съезда Американского общества кистевых хирургов 1973 г., и их интерпретация шва Kessler стала популярной и широко известной как истинный шов Kessler [12].

Другой распространенной техникой, иногда ошибочно трактуемой как оригинальный шов Kessler, является вариант с симметричным прошиванием концов сухожилия и завязыванием узлов между ними.

По мнению А.А. Грицюка и А.П. Середы, авторство данной методики принадлежит другому «пионеру» хирургии кисти — доктору из Японии

Tatsuya Tajima, который использовал ее в своей практике еще до 1963 г. [3]. Сам же Т. Tajima в своей статье «История, текущий статус и аспекты хирургии кисти в Японии» (1984) отмечает, что впервые данная техника была описана в 1975 г. (рис. 12) [15]. Некоторые авторы и вовсе используют двойной эпоним: шов Kessler – Tajima [16].

Шов Tajima очень похож на шов Розова, но в отличие от него внутрисуставно нити располагаются уже в двух плоскостях: фронтальной и сагиттальной и таким образом охватывают большую часть сухожильных пучков (рис. 13).

При детальном сравнении оригинальных сухожильных швов Розова и Kessler обнаруживаются существенные различия в расположении узлов, способах фиксации и плоскостях расположения нитей в толще сухожилия (рис. 14).

Основные различия представлены в таблице 1.

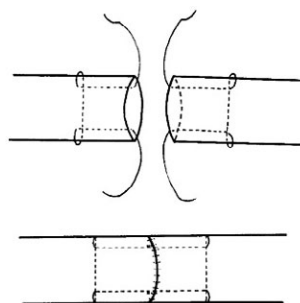


Рис. 12. Схема наложения шва по Tajima [14]

Fig. 12. Scheme of Tajima suture [14]

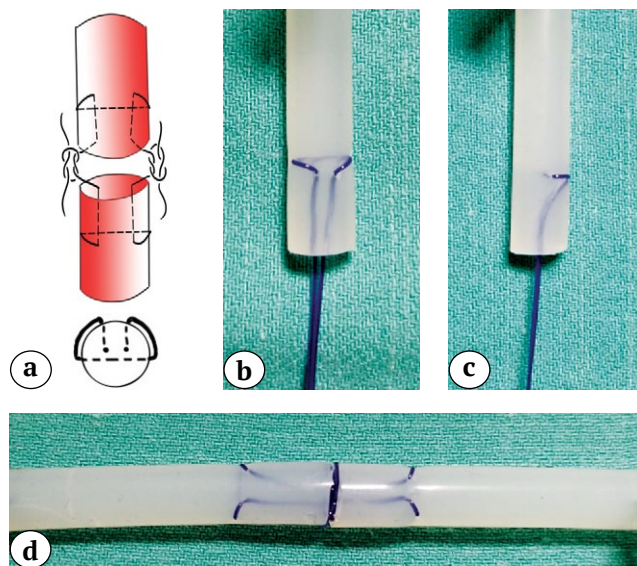


Рис. 13. Шов Tajima (1975): схема наложения шва Tajima (a); конец силиконовой модели, прошитый по Tajima во фронтальной (b) и сагиттальной (c) плоскости; внешний вид шва Tajima на силиконовой модели (d)

Fig. 13. Tajima suture (1975): scheme of Tajima suture (a); the end of the silicone model stitched according to Tajima in frontal (b) and sagittal (c) planes; the appearance of the Takima suture on a silicone model (d)

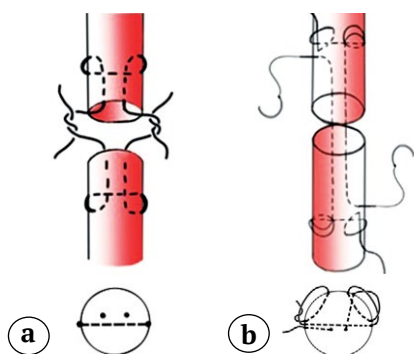


Рис. 14. Схемы оригинального шва Розова (а) и оригинального шва Kessler (b)

Fig. 14. Schemes of (a) original Rozov suture and original Kessler suture (b)

Таблица 1

Сравнительная характеристика исследуемых швов

Особенности шва	Шов Розова 1958–1960	Шов Kessler 1969
Расположение узлов	Между концами поврежденного сухожилия	На поверхности сухожилия
Фиксация нити в сухожилии	Неблокируемые петли	Блокируемые петли
Расположение внутривольного компонента нитей	В одной плоскости (фронтальной)	В двух плоскостях (фронтальной и сагитальной)
Количество вколов и выколов в одном конце сухожилия	6	9

Общим в обсуждаемых способах сухожильного шва можно считать параллельное расположение основных нитей в ткани сухожилия, наличие двух пряжей, пересекающих область разрыва, и то, что нить фиксируется двумя узлами. Однако это общие свойства, характерные для большого количества других сухожильных швов.

В настоящей статье мы не ставили перед собой задачи анализа с целью выяснения, какая методика является лучшей. Мы можем лишь предположить, что «охватывающая» методика Kessler является более прочной за счет блокирующих петель,

однако это утверждение требует подтверждения путем проведения дополнительных исследований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оригинальные техники Розова и Kessler — это разные способы соединения концов поврежденных сухожилий. Техника наложения шва, используемая современными хирургами в своей практике и описываемая как шов Розова или шов Kessler, может значительно отличаться от классического варианта, предложенного этими авторами.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Заявленный вклад авторов

Березин П.А. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание и редактирование текста.

Золотов А.С. — анализ и интерпретация результатов поиска публикаций по теме статьи, редактирование текста статьи.

Волыхин Р.Д. — сбор и обработка материала.

Евдокимова Е.Н. — сбор и обработка материала.

Морозов Л.И. — сбор и обработка материала.

Лазарев И.А. — сбор и обработка материала.

Все авторы прочли и одобрили финальную версию рукописи статьи. Все авторы согласны нести ответственность за все аспекты работы, чтобы обеспечить надлежащее рассмотрение и решение всех возможных вопросов, связанных с корректностью и надежностью любой части работы.

DISCLAIMERS

Author contribution

Berezin P.A. — research concept and design, the collection and processing of material, writing the draft, editing.

Zolotov A.S. — analysis and statistical processing of data, editing.

Volykhin R.D. — the collection and processing of material.

Evdokimova E.N. — the collection and processing of material.

Morozov L.I. — the collection and processing of material.

Lazarev I.A. — the collection and processing of material.

All authors have read and approved the final version of the manuscript of the article. All authors agree to bear responsibility for all aspects of the study to ensure proper consideration and resolution of all possible issues related to the correctness and reliability of any part of the work.

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

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

Этическая экспертиза. Не применима.

Информированное согласие на публикацию. Не требуется.

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

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

Ethics approval. Not applicable.

Consent for publication. Not required.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

- Rudge W.B.J., James M. Flexor Tendon Injuries in the Hand: A UK Survey of Repair Techniques and Suture Materials — Are We Following the Evidence? *SRN Plastic Surgery*. 2014;(7):1-4. doi: 10.1155/2014/687128.
- Золотов А.С., Зеленин В.Н., Сороковиков В.А. Хирургическое лечение поврежденных сухожилий сгибателей пальцев кисти. Иркутск: РИО НЦ РВХ ВСНЦ СО РАМН; 2006. с.15-16.
Zolotov A.S., Zelenin V.N., Sorokovikov V.A. *Khirurgicheskoe lechenie povrezhdenii sukhozhiilii sgibatelei pal'tsev kisti* [Surgical treatment of finger flexor tendon injuries]. Irkutsk; 2006. p. 15-16. (In Russian).
- Грицюк А.А., Серeda А.П. Ахиллово сухожилие. Москва: РАЕН; 2010. 313 с.
Gritsjuk A.A., Sereda A.P. *Akhillovo sukhozhiilie* [Achilles tendon]. Moscow; 2010. 313 p. (In Russian).
- Самодай В.Г., Магомедов Р.М., Магомедов Р.М. Хирургия повреждений сухожилий сгибателей пальцев кисти (обзор литературы). *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2021;1(43):42-52. doi: 10.17238/issn2226-2016.2021.1.42-52.
Samodai V.G., Magomedov Rus.M., Magomedov R.M. [The surgery of the flexor tendon injuries of hand (literature review)]. *Kafedra travmatologii i ortopedii* [Department of Traumatology and Orthopedics]. 2021;1(43):42-52. (In Russian). doi: 10.17238/issn2226-2016.2021.1.42-52.
- Новые методы диагностики и лечения, инструменты, аппараты и приборы в травматологии и ортопедии. Под ред. В.С. Балакиной. Ленинград: Медгиз; 1958. с. 35.
Novye metody diagnostiki i lecheniya, instrumenty, apparaty i pribory v travmatologii i ortopedii [New methods of diagnostics and treatment, instruments, apparatus and devices in traumatology and orthopedics]. Ed. by V.S. Balakina. Leningrad: Medgiz; 1958. p. 35. (In Russian).
- Лечение повреждений сухожилий кисти и пальцев: Метод. письмо № 51/10. Ленинград; 1960.
Lechenie povrezhdenii sukhozhiilii kisti i pal'tsev [Treatment of injuries of the tendons of the hand and fingers: Method. letter No. 51/10]. Leningrad; 1960. (In Russian).
- Серeda А.П. Хирургическое лечение разрывов ахиллова сухожилия. Дисс. ... д-ра мед. наук. Москва; 2015, с. 123-125.
Sereda A.P. *Khirurgicheskoe lechenie razryvov akhillova sukhozhiiliya* [Surgical Treatment for Acute Achilles Tendon Rupture: Doct. Dis. Med. Sci.]. Moscow; 2015. p. 123-125. (In Russian).
- Chang M.K., Wong Y.R., Tay S.C. Biomechanical comparison of modified Lim/Tsai tendon repairs with intra- and extra-tendinous knots. *J Hand Surg Eur Vol*. 2018;43(9):919-924. doi: 10.1177/1753193418769804.
- Vanhees M., Cardillo N.D., Kile M.S. The effect of knot position in Adelaide flexor tendon repairs. *J Hand Surg Eur Vol*. 2020;45(3):303-304. doi: 10.1177/1753193419889297.
- Гурьянов А.М., Каган И.И., Сафронов А.А., Ивлев В.В., Линдеров М.Л. Сравнительная оценка механической прочности и внешнего рельефа микрохирургического шва сухожилия. *Оперативная хирургия и клиническая анатомия*. 2021;5(2):19-25. doi: 10.17116/operhirurg2021502119.
Guryanov A.M., Kagan I.I., Safronov A.A., Ivlev V.V., Linderov M.L. [Comparative value of mechanical strength and external relief of microsurgical tendon suture]. *Operativnaya khirurgiya i klinicheskaya anatomiya* [Russian Journal of Operative Surgery and Clinical Anatomy]. 2021;5(2):19-25. (In Russian). doi: 10.17116/operhirurg2021502119.
- Kessler I., Nissim F. Primary repair without immobilization of flexor tendon division within the digital sheath: an experimental and clinical study. *Acta Orthop Scand*. 1969;40(5):587-601. doi: 10.3109/17453676908989524.
- Sebastin S.J., Ho A., Karjalainen T., Chung K.C. History and evolution of the Kessler repair. *J Hand Surg Am*. 2013;38(3):552-561. doi: 10.1016/j.jhsa.2012.11.033.
- Наконечный Д.Г., Киселева А.Н., Cambon-Binder A. Сухожильный шов Кюнео — история одной публикации. *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(4):148-154. doi: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-148-154.
Nakonechny D.G., Kiseleva A.N., Cambon-Binder A. [Cuneo tendinous suture — the story of one publication]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2018;24(4):148-154. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-148-154.
- Kessler I. The «grasping» technique for tendon repair. *Hand*. 1973;5(3):253-255. doi: 10.1016/0072-968x(73)90038-7.
- Tajima T. History, current status, and aspects of hand surgery in Japan. *Clin Orthop Relat Res*. 1984;(184):41-49. doi: 10.1097/00003086-198404000-00006.
- Labana N., Messer T., Lautenschlager E., Nagda S., Nagle D. A biomechanical analysis of the modified Tsuge suture technique for repair of flexor tendon lacerations. *J Hand Surg Br*. 2001;26(4):297-300. doi: 10.1054/jhsb.2001.0597.

Сведения об авторах✉ *Березин Павел Андреевич*

Адрес: Россия, 150054, г. Ярославль, ул. Чкалова, д. 6

<https://orcid.org/0000-0001-8777-2596>e-mail: medicinehead@mail.ru*Золотов Александр Сергеевич* — д-р мед. наук, профессор<https://orcid.org/0000-0002-0045-9319>e-mail: dalexp@gmail.com*Волыхин Родион Дмитриевич*e-mail: 9gun@bk.ru<https://orcid.org/0000-0001-5407-7044>*Евдокимова Елена Николаевна*<https://orcid.org/0000-0002-5614-7728>e-mail: lenalena811@yandex.ru*Морозов Лев Игоревич*<https://orcid.org/0000-0002-0010-1763>e-mail: morozoff41@yahoo.com*Лазарев Илья Алексеевич*<https://orcid.org/0000-0002-3506-8334>e-mail: il.lazarevv@yandex.ru**Authors' information**✉ *Pavel A. Berezin*

Address: 6, Chkalova str., Yaroslavl, 150054, Russia

<https://orcid.org/0000-0001-8777-2596>e-mail: medicinehead@mail.ru*Aleksandr S. Zolotov* — Dr. Sci. (Med.), Professor<https://orcid.org/0000-0002-0045-9319>e-mail: dalexp@gmail.com*Rodion D. Volykhin*e-mail: 9gun@bk.ru<https://orcid.org/0000-0001-5407-7044>*Elena N. Evdokimova*<https://orcid.org/0000-0002-5614-7728>e-mail: lenalena811@yandex.ru*Lev I. Morozov*<https://orcid.org/0000-0002-0010-1763>e-mail: morozoff41@yahoo.com*Ilya A. Lazarev*<https://orcid.org/0000-0002-3506-8334>e-mail: il.lazarevv@yandex.ru